Klassiker der Medizin

Herausgegeben von Karl Sudhoff

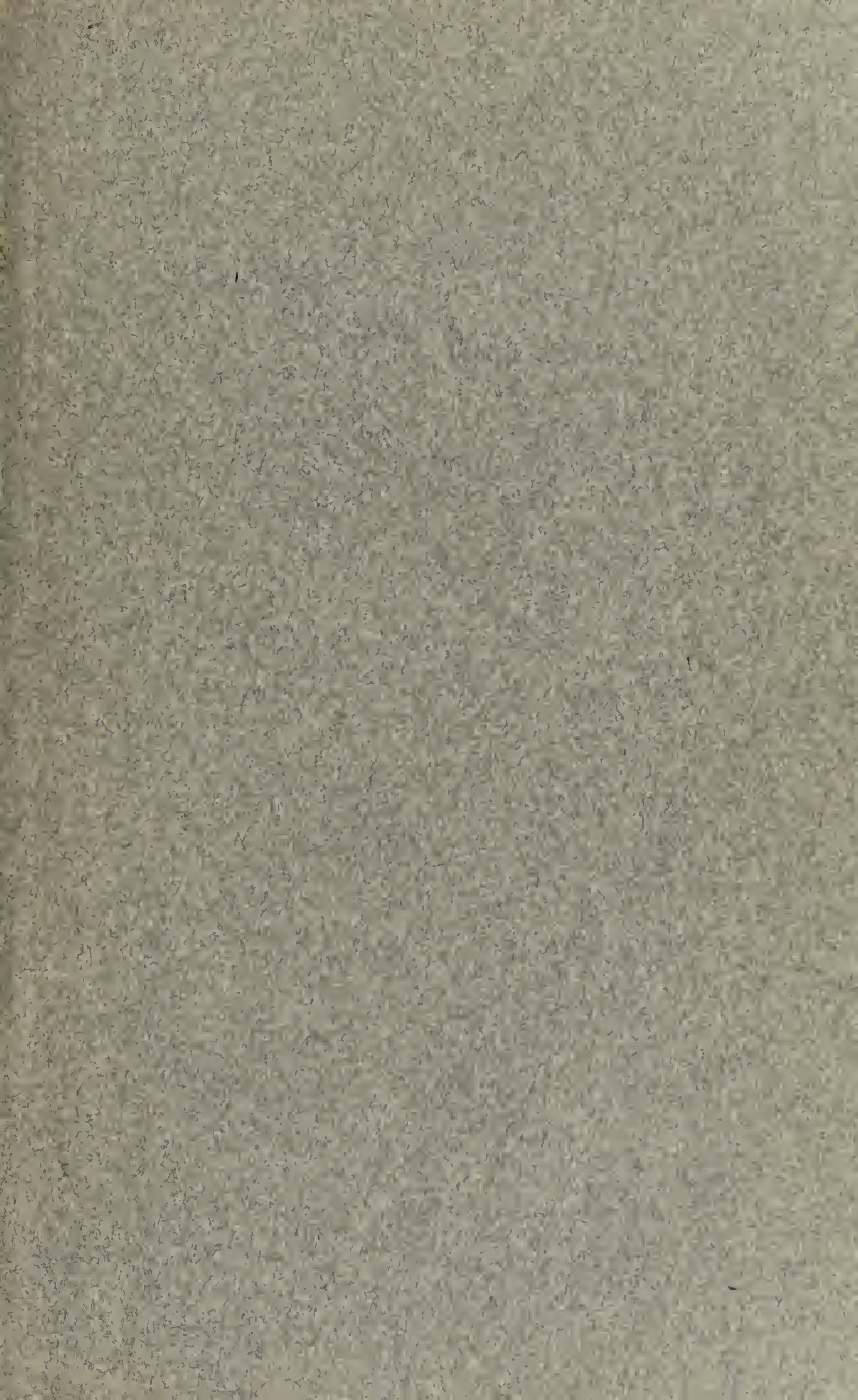
Band 23

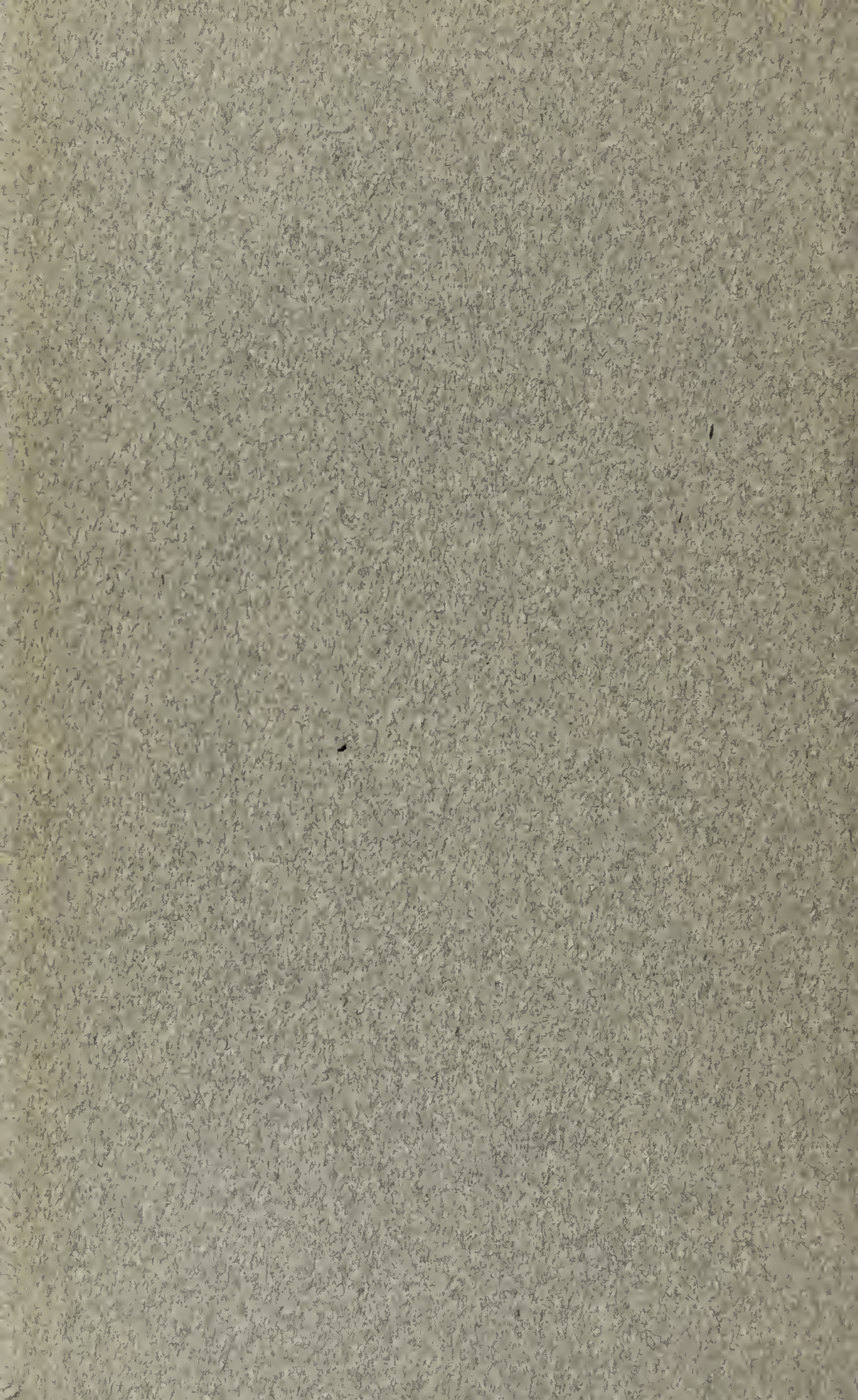
Julius Cohnheim

Über Entzündung und Eiterung

...ohann Ambrosius Barth in Leipzig







Klassiker der Medizin
herausgegeben von **Karl Sudhoff**

Julius Cohnheim

Über Entzündung und Eiterung

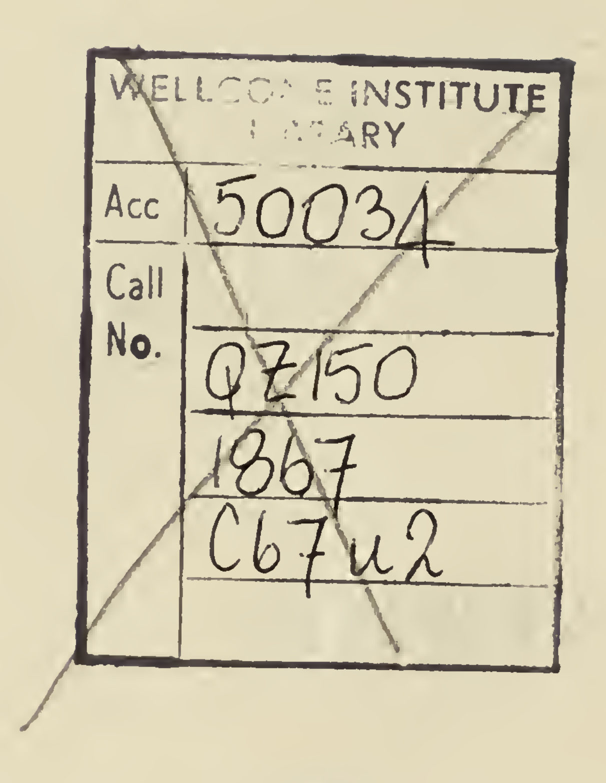
Eingeleitet

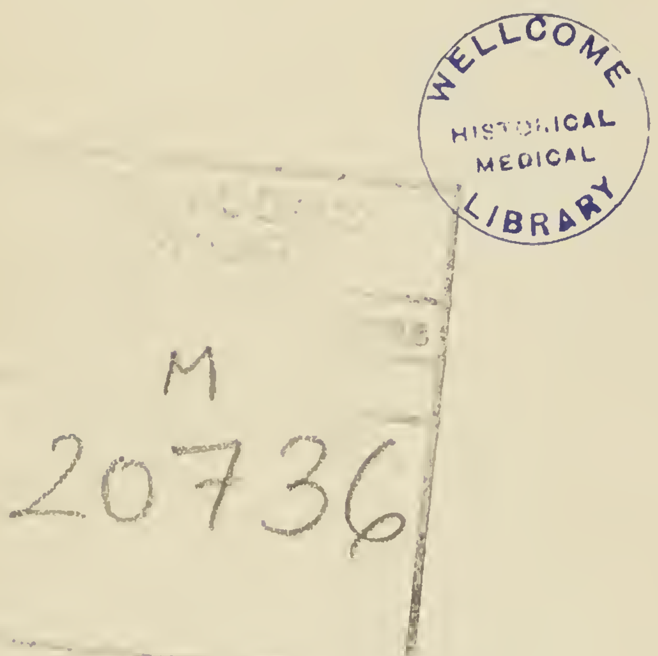
von

Rudolf Beneke,
Professor an der Universität Halle.



Leipzig
Verlag von Johann Ambrosius Barth
1914





Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Einleitung.

Am 75. Geburtstag Cohnheims werden diese Zeilen geschrieben; erst 30 Jahre sind vergangen, seit der Tod ihn der Welt entriß, welche noch so viel von ihm erwartet hatte. Und doch hebt er sich schon als historische Persönlichkeit, als eine der markantesten Figuren hervorragend ab unter der reichen Zahl großer ärztlicher Forscher des 19. Jahrhunderts und seine Werke verdienen es wie wenige, unter die Reihe der klassischen Schriften der Medizin aufgenommen zu werden. Denn hierzu gehört keine lange Vergangenheit, sondern nur die Eigenschaften, welche über aller Zeit stehen: strenge Wahrheit und Klarheit, kühne Genialität, zielbewußter Forscherblick. Wer den nachfolgenden Aufsatz liest, welcher einst den 28 Jährigen mit einem Schlage weltberühmt machte, der wird diese Eigenschaften aus jeder Zeile hervorleuchten sehen, so wie sie den Stempel aller Werke Cohnheims darstellen.

Julius Cohnheim, in Demmin (Pommern) am 20. Juli 1839 als Sohn eines Kaufmanns geboren, verlebte seine spätere Jugend in Prenzlau, wo er 1856 die Gymnasialmaturität erwarb. Er studierte Medizin in Berlin, Würzburg, Greifswald und zuletzt wieder in Berlin, wo seine Studienzeit mit dem Doktorexamen im Juli 1861 abschloß; die Dissertation „de pyogenesi in tunicis serosis", welche in gedrängter Form und deutscher Sprache auch in Virchows Archiv produziert wurde, zeigt bereits eine Fülle sicherer Beobachtungen auf dem Boden experimenteller Untersuchung (Erzeugung von Peritonitis durch Einführung reizender Fremdkörper) und begründete im wesentlichen die noch heute anerkannte Auffassung von der Bedeutung der Serosaepithelien für die Entzündungsprozesse, indem ihre Veränderungen schrittweise im Experiment verfolgt wurden.

Die Sicherheit der Untersuchungsmethodik und der kritischen Beobachtung hatte der junge Forscher den unermüdlichen histologischen Studien zu verdanken, zu welchen namentlich die Würzburger Studienzeit, die Anregung A. v. Köllikers Veranlassung gegeben hatte. Es waren ja gerade die glänzendsten Jahre der neuen aufsteigenden Epoche der Medizin, in welche Cohnheims Studien fielen. In Würzburg hatte Virchow neben Kölliker bis 1857 gewirkt und mit beispielloser Kraft und Klarheit die Fundamente einer neuen Biologie und speziell Pathologie durch seine Zellenlehre geschaffen; Köllikers vergleichend histologische und embryologische Forschungen ergänzten und befestigten die weitumfassenden Gedanken des Pathologen und begründeten die moderne Histologie. Es paßt in die Strömung jener Zeit, welche so viele begeisterte junge Forscher mit sich riß, daß Cohnheim gerade in diesen beiden Männern sich die Führer für sein eigenes Wirken erlas; er ist ihnen für immer treu und dankbar geblieben, wenn auch seine besondere Begabung ihn in späteren Jahren auf eigene selbständige Wege führte.

Seit Anfang 1861 hat Cohnheim dann am pathologischen Institut in Berlin, das unter Virchows Führung eine Sammelstätte der besten Köpfe und die unerreichte Schule der neueren Pathologie wurde, gearbeitet; 1864 wurde er der Nachfolger v. Recklinghausens als I. Assistent, nachdem er kurze Zeit am Schleswig-Holsteinschen Kriege teilgenommen hatte. In den Namen v. Recklinghausen und Cohnheim klingt die Erinnerung an jene große Zeit des Aufblühens der Pathologie, ihres breiten überzeugenden Einrückens in alle Gebiete medizinischer Forschung nach; an jene Zeit, von der alle, die sie miterlebten, mit Begeisterung sprechen; welche den Ruhm des Meisters durch die von ihm beeinflußte aber doch im Grunde selbständige Mitarbeit jedes Einzelnen auch dann noch anhaltend steigerte, als seine persönliche Anteilnahme an der Einzelforschung auf pathologischem Gebiete durch anderweitige Betätigung seines Riesengeistes beeinträchtigt zu werden begann.

v. Recklinghausens Schüler und langjähriger Mitarbeiter gewesen zu sein, hat für Cohnheim zweifellos eine grundlegende Bedeutung gewonnen. Arbeitete doch Recklinghausen unermüdlich an der Vervollkommnung des Verständnisses der von Virchow aufgerollten Bindegewebefrage; seine neue Methode der Silberbehandlung, welche die späteren Färbemethoden

inaugurierte, wurde auch von Cohnheim übernommen, gleichzeitig aber auch die Hinneigung zu dem mit so zahllosen Fragen der pathologischen Histologie untrennbaren Problem der Besonderheit der verschiedenen Zellarten im Bindegewebe und ihrer Rolle im Entzündungsprozeß. Dieser Gegenstand hat offenbar seit der Dissertation immer im Mittelpunkt seiner geistigen Arbeit gestanden, deren Vielseitigkeit sich indessen auch durch Veröffentlichungen mannigfacher Art, vor allem durch Erfindung neuer histologischer Methoden (Goldfärbung der Nerven) kundtat. Die größte Errungenschaft jener Jahre lag deshalb auch auf dem genannten Gebiete: sie bestand in der Weiterführung der v. Recklinghausenschen Entdeckung der Wanderfähigkeit der Bindegewebezellen sowie der Virchowschen Lehre von der Identität der Eiterkörperchen und der farblosen Blutzellen; die direkte Beobachtung der Auswanderung der letzteren durch die Wand der Venen und der Kapillaren und ihrer Fortentwicklung zu Eiterkörperchen stellt den Kernpunkt der Arbeit „über Entzündung und Eiterung" dar. Die Bedeutung dieser Beobachtung sowie der sie ermöglichenden Technik (Untersuchung des lebenden Froschmesenterium) ist seit jener Zeit niemals verkannt worden; sie brachte einen tiefgreifenden Umschwung in der Entzündungslehre mit sich, insofern die vaskulären Symptome gegenüber den parenchymatösen stark in den Vordergrund gerückt wurden. Frühere Beobachtungen der gleichen Tatsachen (Zimmermann, Addison, Waller) waren mehr nebensächlich mitgeteilt worden und hatten keinen Eindruck gemacht: es ist Cohnheims unbestrittenes Verdienst, die Emigration neu entdeckt, gründlich studiert, in vollem Umfange richtig bewertet und mit den Vorgängen der Hyperämie und Stromverlangsamung in Verbindung gebracht zu haben. Wenn heute der ursprüngliche Virchow-Recklinghausensche Standpunkt, daß bei Entzündungen auch andere Zellinfiltrate als nur Leukozyten, d. h. also Produkte der lokalen Gewebeelemente, zustande kommen können, von neuem siegreich behauptet wird, so tut das der Wichtigkeit und Beweiskraft der Cohnheimschen Befunde für die von ihm untersuchten Entzündungsformen keinen Eintrag.

Die Berliner Assistentenzeit entwickelte inzwischen bei Cohnheim neben der rein pathologisch-anatomischen Richtung die Neigung zu der zweiten Forschungsart, in welcher späterhin sein Genie sich besonders äußern sollte, nämlich der physiologischen Experimentalmethodik. In dieser Richtung ist offenbar

die vielfache Berührung mit J. Traube maßgebend für Cohnheim geworden; noch als Ordinarius der pathologischen Anatomie in Kiel, wohin er im Jahre 1869 berufen wurde, hat er weiterhin bei Ludwig in Leipzig systematisch gearbeitet, um dessen grundlegende Methodik der Untersuchung des Zirkulationsapparates beherrschen zu lernen. Seitdem sind Cohnheims Forschungen für lange Zeit vorwiegend der pathologischen Physiologie der Zirkulationsorgane gewidmet gewesen, und kein Geringerer als v. Recklinghausen, der dieser Richtung im ganzen weniger eigene Betätigung als klare Kritik entgegenbrachte, hat Cohnheims Errungenschaften in seinem „Handbuch der allgem. Pathologie des Kreislaufs und der Ernährung" voll anerkannt.

Heute müssen wir auf diese von Cohnheim wenn auch nicht neu geschaffene, so doch mit größtem Nachdruck betonte und mit glänzendem Erfolg ausgebaute Forschungsrichtung mit dem Gefühl zurückblicken, daß seit seinem Lebenswerk sie von niemandem wieder in gleichem Umfang und mit gleicher technischer Virtuosität aufgenommen worden ist. Die pathologischen Anatomen sind durch die Aufgaben ihrer Sektionsarbeit meist völlig der anatomischen Forschung zugeführt worden, welche mehr oder weniger durch histologische Experimente ausgebaut worden ist. Die pathologisch-physiologische Experimentierkunst wird, mangels ausreichender Hilfsmittel und Lebensstellungen, im ganzen verzettelt und hat noch keine so sichere Heimat an unseren Hochschulen, wie ihre „normale" Schwester, die Physiologie; bei der Fülle der Aufgaben und der schon bis heute durch die Mitarbeit der verschiedensten Institute (der pharmakologischen, hygienischen, klinischen) errungenen Resultate ist dies besonders zu beklagen. Der Rückblick auf Cohnheims Lebensarbeit läßt den Wunsch, daß in unseren pathologischen Instituten überall Hilfskräfte für die Entwicklung der pathologischen Physiologie als Forschungs- und Lehrfach im Anschluß an die Aufgaben und Anregungen des Sektionssaales angestellt werden, besonders lebhaft neu erwachen. Einer Gründung selbständiger Institute für pathologische Physiologie hat Cohnheim selbst in seiner ausgezeichneten Antrittsrede in Leipzig („über die Aufgaben der pathologischen Anatomie") nicht das Wort geredet, vielmehr, und gewiß mit Recht, die Angliederung dieser Forschungsmethodik an die bestehenden Institute mit ihrem reichen Wirkungskreis gefordert.

Die kurze Kieler Periode Cohnheims, in welcher er sich in die Aufgaben des Lehramtes rasch einarbeitete, brachte als wichtigste wissenschaftliche Frucht die Studien über die embolischen Prozesse, mit der Technik der Untersuchung an der ausgespannten lebenden Froschzunge; damals wurde die Bedeutung der kollateralen arteriellen im Gegensatz zu der kollateralen kapillaren Verbindung der einzelnen Gefäßgebiete für die Entwicklung pathologischer Veränderungen erkannt und durch das Schlagwort der „Endarterien" charakterisiert.

Von 1872 bis 1878 hat Cohnheim in Breslau gelehrt; diese $5^1/_2$ Jahre sind wohl die glänzendsten seiner wissenschaftlichen Laufbahn gewesen, in welchen seine Richtung zur vollsten Entfaltung gelangt und die Begründung einer richtigen Cohnheimschen Schule geglückt ist; die Namen Senftleben, Weigert, Litten, Lichtheim, Lassar, Welch, Rosenbach, Heidelberg haben sich hier mit dem ihres Führers verbunden. Zahlreiche Arbeiten, meist mit einem der Schüler gemeinsam herausgegeben, stammen aus dieser Zeit, darunter die über die Embolie in Lungen und Leber (mit Litten) über das Oedem (mit Lichtheim und Welch); damals wurde auch zum ersten Mal die Überimpfbarkeit, d. h. der bakterielle Ursprung der Tuberkulose durch die Methode der Übertragung in die vordere Augenkammer des Kaninchens widerspruchslos erwiesen und damit der Arbeit R. Kochs, dessen Leistungen Cohnheim als erster in Breslau in vollstem Umfang würdigte, vorgewirkt. Auch die später so viel umstrittene Hypothese der Entstehung der Geschwülste auf dem Boden embryonaler Keimversprengung wurde in Breslau konzipiert; ihr hat Cohnheim bis an sein Ende lebhafteste Arbeit gewidmet; auch in dieser Frage hat, wie wir heute sagen dürfen, v. Recklinghausens zurückhaltender Standpunkt trotz des von diesem selbst gelieferten so wichtigen Beitrags (Adenomyome des Uterus) Recht behalten, doch ist der fermentierende Einfluß des Cohnheimschen Gedankens ungemein fruchtbringend gewesen.

Die Resultate seiner gesamten Lebensarbeit faßte 1877 bis 1880 der schon erkrankte Meister in seinen berühmten „Vorlesungen über allgemeine Pathologie" zusammen; mit diesem höchst eindrucksvollen Werk führte er sich in Leipzig ein, wohin er 1878 berufen wurde, um nochmals in großem Wirkungskreise und in unmittelbarer Nachbarschaft Ludwigs seine be-

sondere Richtung entfalten zu können. Aber die erschöpfende Krankheit (Nephritis urica) lähmte selbst die Riesenenergie seines Willens. Abermals bildete sich ein großer Schülerkreis um ihn, und unvergeßlich sind den Zuhörern jener Zeit seine glänzenden Vorträge und Experimente, denen er sich mit Aufopferung aller Kraft hingab. Eine zweite, vielfach umgearbeitete Auflage seines Buches beschäftigte ihn in diesen Jahren neben seiner außerordentlich vielseitigen geistigen Arbeit; sie ist die letzte geblieben. Am 15. August 1884 endete ein plötzlicher Tod die langjährigen schweren Leiden des unermüdlichen Forschers, dem es gelungen war, in der Spanne kurzer 20 Jahre eine tiefe unverwischbare Spur seiner Persönlichkeit und seiner Geisteskraft der Geschichte der Medizin einzuprägen.

Es erübrigt sich, der hier abgedruckten Abhandlung einen Kommentar vorauszuschicken. Sie gibt ein besonders anschauliches Bild der Arbeits- und Darstellungsweise Cohnheims. Mit scharfer Logik, welche jeden Einwurf voraussehend Schritt für Schritt von gesichertem, altem Boden zum Neuland hinüberführt, mit glänzender Sicherheit der technischen Versuchsanordnung verbindet sich eine Vortragskunst, welche bisweilen, z. B. bei der Schilderung der Vorgänge am entzündeten Mesenterium, geradezu etwas Spannendes, Dramatisches hat: es ist derselbe flüssige Stil, welcher die „Vorlesungen" auszeichnet. Auch die Gesamtanordnung ist ein stilistischer Genuß: der Ausgang von der Keratitis und die schließliche Rückkehr zu dem gelösten Problem derselben, dazwischen als Höhepunkt die Darstellung der Mesenterialuntersuchungen. Der Wert dieser Beobachtungen und ihre Richtigkeit bis zum letzten Detail ist längst allgemein anerkannt; wir finden in dieser Abhandlung die Grundzüge der heutigen Entzündungslehre, vor allem der Zirkulationsphänomene als der ersten auffälligen Veränderungen klar und sicher umrissen, in ihrer vollen Bedeutung erfaßt. In der Folge sind diese Versuche der Ausgangspunkt auch für eine andere Lehre, nämlich die Entstehung der Thrombose geworden, von welcher Cohnheims Aufsatz noch nicht spricht: Zahn, Eberth-Schimmelbusch u. a. haben im wesentlichen Cohnheims Schilderungen der Randströme bestätigt und sie nur noch etwas erweitern können. Viele Einzelheiten, welche längst Gemeingut der pathologischen Histologie geworden sind, treten hier zum ersten Male in der Literatur auf; so z. B. die Darstellung der Stomata der Gefäße, oder der Nachweis der Ab-

lagerung feinster, in das Blut injizierter Fremdkörper (Anilinblaukörnchen) in der Leber; mehr wie 30 Jahre später hat Cohn diese bedeutungsvolle Tatsache bei Versuchen mit Argent. kolloidale neu entdeckt. Die theoretische Erörterung der einzelnen Errungenschaften ist feinsinnig und interessant: so z. B. die Annahme der mechanischen Erklärung der Randstellung der Leukozyten und ein kurzer Hinweis, daß noch besondere Kräfte ihre Wanderung nach ganz bestimmten Stellen hin veranlassen müssen; das Wort Chemotaxis steht unausgesprochen zwischen den Zeilen. Einige Jahre später hat Cohnheim selbst in dem Aufsatz „Neue Untersuchungen über die Entzündung“ (Hirschwald, 1873) seinen ursprünglichen Anschauungen über das Wesen der Entzündungsvorgänge den Begriff der Gefäßwandalteration hinzugefügt, von welchem in dem ersten Aufsatz noch keine Rede war. Weitere Zusätze über die Entzündung der Hornhaut enthält der polemische Aufsatz „Noch einmal die Keratitis“, Virch. Arch. LXI. 1874.

Es würde den Reiz der Lektüre der nachfolgenden Abhandlung nur stören, wollten wir auf ihren Inhalt noch genauer eingehen. So sei denn nur noch darauf hingewiesen, daß die Souveränität, mit welcher der Autor in eines der schwierigsten Probleme eingriff und die Ansichten seiner Zeit zu ordnen und umzugestalten wußte, keine Scheinherrschaft war: von jenem Aufsatz her datiert eine Epoche in unserer Wissenschaft, so wie etwa von Virchows 20 Jahre früher herausgegebenen Studien über die Thrombose und Embolie (vergl. diese Sammlung Band 7—8).

Beneke.

[1] Über Entzündung und Eiterung

von

Dr. J. Cohnheim,
Assistenten am pathologischen Institut in Berlin.

Wenn man einen Faden quer durch den Bulbus eines Tieres zieht, so entsteht in kürzerer oder längerer Zeit, beim Kaninchen z. B. schon in zirka 24 Stunden, bei Winterfröschen in 4—6, bei Frühlings- oder Sommerfröschen in zirka 2—3 Tagen, in der Hornhaut eine anfangs ganz leichte und matte Färbung, die sich allmählich bis zur völligen Opazität steigert; weiterhin nimmt die Cornea eine völlig milchweiße oder mehr grau- oder gelblich-weiße Farbe an, während sie gleichzeitig in ihrer Substanz dicker, aber gewöhnlich auch weicher wird. Ganz ähnliches geschieht, in mehr oder weniger heftigem Grade, wenn man die Hornhaut selber mit Kantharidentinktur bestreicht, oder sie an einer Stelle energisch mit dem Lapisstift berührt oder durch sie selber hindurch einen Faden zieht: immer entwickelt sich eine Trübung, die in den beiden letzten Fällen ihre größte Stärke an dem Orte der Applikation, rings um den Ätzschorf, bezw. den Faden erreicht. Alles dies ist längst bekannt und der ganze Vorgang seit Jahrhunderten von den Ärzten, auch beim Menschen, als traumatische Hornhautentzündung ausreichend gewürdigt. Wohl nicht weniger geläufig ist aber heutzutage jedermann, seit den bekannten Arbeiten von [2] His und Strube, deren Ergebnisse in der Folge von zahlreichen Untersuchern bestätigt und eigentlich von niemandem in eingehender und sachgemäßer Weise bestritten worden sind, die Auffassung des feineren, mikroskopischen Vorganges, wonach die sternförmigen Hornhautkörperchen bei der Entzündung zunächst an Größe zunehmen, anschwellen und weiterhin aus sich heraus, sei es durch direkte Teilung der Kerne und der Zellsubstanz selber, sei es durch endogene Ent-

wickelung im Innern der vergrößerten Zellen junge Elemente, Eiterkörperchen erzeugen. So allgemein aber auch diese Darstellung akzeptiert ist und in so plausibler und einfacher Weise durch sie der ganze Prozeß scheint erklärt werden zu können, so sehe ich mich doch infolge neuerer Untersuchungen genötigt, derselben nur eine teilweise Gültigkeit zuzuschreiben.

Denn allerdings lehrt der erste Blick ins Mikroskop, daß die Trübung der entzündeten Cornea bedingt ist durch die Anwesenheit von farblosen, ein- oder mehrkernigen, lymphkörperartigen Elementen, oder, um uns des bequemeren Ausdruckes zu bedienen. Eiterkörperchen und ebenso leicht ist es sich davon zu überzeugen, daß der Grad der Trübung lediglich abhängt von der Menge der im Hornhautgewebe befindlichen Eiterkörperchen; indes zeigt eine genauere Untersuchung bald, daß diese Eiterkörperchen nicht die einzigen zelligen Elemente sind, die bei der Keratitis sich vorfinden. Vielmehr sieht man in der entzündeten Hornhaut des Frosches, wenn man sie frisch vom eben getöteten Tiere abträgt und sie in reinem Humor aqueus oder ebensogut in künstlichem Schultzeschem Jodserum[1]) unters Mikroskop bringt, häufig sogleich, jedenfalls aber nach einem ein- bis zweistündigen Aufenthalt derselben in Jodserum, schon bei einer Linearvergrößerung von 180 (Hartnack S. 5), besser natürlich von 400—450 (Hartnack S. 8), zwischen und außer den Eiterkörperchen überall noch die bekannten, mattglänzenden, sternförmigen Hornhautkörperchen, genau in der regelmäßigen Verteilung und ohne jede erheblichere Abweichung von der Form oder dem Habitus, welchen dieselben in der normalen, durchsichtigen Cornea haben. Die übersichtlichsten und am wenigsten zu mißdeutenden Bilder erhält man von der[3]jenigen Keratitis, welche als Teilprozeß der traumatischen Panophthalmitis, nach der Durchziehung des Fadens durch den Bulbus, sich entwickelt, weil ja in diesem Falle die Hornhaut selbst durch das Trauma ganz unbeschädigt war. Wählt man jetzt einen Zeitpunkt, wo die Trübung noch als eine mattgrauliche sich kundgibt, wo dem entsprechend die Menge der Eiterkörperchen noch nicht eine übergroße ist und breitet alsdann die frisch herausgeschnittene Cornea der Fläche nach eben auf dem Objektglase aus, was bekanntlich durch einen oder ein paar Einschnitte ohne Mühe erreicht werden kann, so

1) Dieses Archiv Bd. XXX. S. 263.

wird man über das, was ich soeben hervorgehoben, keinen Augenblick in Zweifel bleiben. Gleichgültig, ob die hintere oder vordere Fläche der Hornhaut dem Tubus zugewendet ist, immer fallen, sobald man bei der Einstellung das Epithel passiert hat, zunächst vermöge ihres stärkeren Glanzes die Eiterkörperchen auf. Nur sehr wenige von diesen sind verhältnismäßig rund. kuglig, die sehr große Mehrzahl dagegen haben, so lange das ganze Gewebe noch nicht abgestorben ist, andere Formen. Viele sieht man in Spindelgestalt, viele andere mehr keulenförmig, viele mit kürzeren oder längeren, vielgestaltigen Fortsätzen, kurz alle die mannigfachen, oft so bizarren Formen, welche die lebenden Eiterkörperchen vermöge ihrer Kontraktilität annehmen, und es bedarf hiernach kaum einer besonderen Erwähnung, daß man ohne jede Mühe unter den Augen die Gestaltveränderungen an den einzelnen Zellen vor sich gehen sieht. Dabei ist das Verhalten der Kerne ein sehr verschiedenartiges. An den bei weitem meisten Körperchen nimmt man im frischen Zustande von den Kernen gar nichts wahr, da dieselben von dem glänzenden Protoplasma völlig verdeckt werden; diejenigen aber, deren Körper stark ausgebreitet ist und welche deshalb auch weniger glänzen, und das sind gerade gewöhnlich die spindelförmigen, lassen ohne Mühe in ihrem Inneren die Kerne erkennen, oft nur einen, ebenso oft aber auch zwei, drei und selbst noch mehr. Zwischen den so beschaffenen Eiterkörperchen tauchten dann früher oder später, wie gesagt, die sternförmigen Hornhautkörperchen auf, immer selbstverständlich als solche mit voller Sicherheit erkennbar und von jenen zu unterscheiden vermöge ihrer viel erheblicheren Größe, ihres viel geringeren, matteren Glanzes und der so charakteristischen Ausläufer, die wohl an den meisten Körperchen zahlreicher und [4] länger, überall aber viel steifer und starrer, viel ausgesprochener gradlinig konturiert sind, als die um vieles weicheren und biegsameren, ganz unregelmäßig gestalteten Fortsätze, welche die Eiterzellen ausschieben. Wie bereits oben hervorgehoben, liegen die sternförmigen Hornhautkörperchen in der normalen Verteilung; dem gegenüber ist die Lagerung der Eiterkörperchen eine durchaus unregelmäßige, viele liegen in derselben Ebene mit jenen, zwischen ihnen zerstreut bei gleicher Focaleinstellung sichtbar, andere dagegen befinden sich in der Schicht zwischen den aufeinanderfolgenden parallelen Lagen von sternförmigen Hornhautkörperchen und können daher erst wahrgenommen werden mittelst geringer

Hebung oder Senkung des Tubus, eine Anzahl endlich sieht man genau auf oder über einem sternförmigen Körperchen, das dann durch die Eiterzelle zum Teil verdeckt wird. Weiterhin liegen sehr viele von den Eiterkörperchen vereinzelt, hier und da zerstreut im Gewebe, viele dagegen sind zu kleineren oder größeren, dichtstehenden Gruppen vereinigt und es begreift sich leicht, daß von solchen Gruppen ein oder selbst mehrere benachbarte sternförmige Hornhautkörperchen ganz verlegt und dadurch der Wahrnehmung entzogen sein können. Was aber das Bemerkenswerteste ist für die Beurteilung der gegenseitigen Lagerung beider Arten von zelligen Elementen in der entzündeten Hornhaut, das ist der Umstand, daß die Verteilung der Eiterkörperchen keine konstante, sich gleichbleibende ist. Vielmehr zeigt sich hier genau dasselbe, was uns Recklinghausen in seinem bekannten Aufsatze über Eiter- und Bindegewebskörperchen[1]) von den in der normalen Cornea vorhandenen lymphkörperartigen Elementen gelehrt hat, die Körperchen verändern vermöge ihrer Kontraktilität ihren Ort, sie wandern. So kann man unter seinen Augen, im Laufe mehrerer Stunden, ein Eiterkörperchen langsam vorwärts rücken sehen, auf ein sternförmiges Körperchen hinauf oder von demselben hinweg u. dgl., man kann ferner eine kleine Gruppe sich auflösen sehen, so daß ein bisher verdecktes Hornhautkörperchen allmählich in voller Klarheit sich präsentiert und andererseits beobachtet man, wie mehrere anfangs vereinzelt gelegene Eiterzellen zu einer Gruppe sukzessive zusammentreten und so ein bisher deutliches, sternförmiges Ele[5]ment dem Auge des Untersuchers entziehen. Ja, dieses Vermögen der Lokomotion, der Wanderung, halte ich für ein so hervorstechendes Kriterium im Vergleich mit den sternförmigen Hornhautkörperchen, die niemals ihren Platz verändern, daß es mir zweckmäßig erscheint, im weiteren Laufe dieser Darstellung die letzteren mit dem bequemen und kurzen Ausdrucke der „fixen“ zu bezeichnen.

Der bereits mehrfach erwähnte Umstand aber, daß mehrere dicht beieinanderliegende Eiterkörperchen die Wahrnehmung eines fixen Körperchens vollständig unmöglich machen können, ist der Grund, weshalb bei einer sehr vorgeschrittenen Keratitis, wenn die Hornhaut verdickt, ganz trübe, weißlich oder gelblichweiß aussieht, es so viel schwieriger hält, sich über die histologischen Verhältnisse zu orientieren. Wenigstens bei der Untersuchung

1) Dieses Archiv Bd. XXXVIII. S. 157.

im frischen Zustande; denn hier ist die Menge der Eiterkörperchen so groß, sie bilden vielfach so dichte Haufen, daß es in keiner Weise gelingt, an diesen Stellen außer jenen noch irgend etwas zu erkennen. Das ändert sich allerdings schon durch das Absterben; untersucht man eine solche Cornea zirka 24 Stunden, nachdem man sie vom Frosche herausgeschnitten, so haben die Eiterkörperchen sehr an Lichtbrechungsvermögen eingebüßt, sie sind viel blasser und man kann dann gewöhnlich mit mehr oder weniger Deutlichkeit die mittlerweile viel schärfer hervorgetretenen fixen Körperchen zwischen ihnen wahrnehmen, von denen ganz besonders die großen Kerne sehr markiert geworden sind. Indes eignet sich solch ein Bild doch sehr wenig für die eingehende Prüfung; denn früher oder später entwickeln sich körnige Trübungen in den zelligen Elementen, die Ausläufer der fixen Körperchen werden bald verwaschen und undeutlich, endlich kommt es zu Vibrionenbildung im Gewebe und damit hört natürlich alles reinliche, fehlerfreie Untersuchen auf. Unter diesen Umständen halte ich es für einen wesentlichen Vorteil, ein Reagens zu besitzen, welches es möglich macht, an allen entzündeten Hornhäuten, in welchem Stadium auch immer, die Verhältnisse in bequemer und zuverlässiger Weise zu studieren, nämlich das Goldchlorid. Wendet man dasselbe in der von mir in einem früheren Aufsatze[1]) vorgeschlagenen Weise (in $^1/_2$ prozentiger Lösung, der ein wenig [6] diluierter Essigsäure zugesetzt ist) bei der Hornhaut an, so färben sich, wie ich dies ebendaselbst bereits beschrieben habe, außer den Nerven noch die zelligen Elemente rot, blau oder violett, mit der Reduktionsfarbe des Goldes, während dagegen die Interzellularsubstanz vollständig ungefärbt bleibt und deshalb die zelligen Elemente in ungemeiner Schärfe hervortreten läßt. Das gilt in ganz gleicher Weise von den fixen, wie von den wandernden Körperchen in der normalen Hornhaut und dem entsprechend auch von den Eiterzellen der Keratitis, nur kann man im Allgemeinen sagen, daß die wandernden Körperchen ein wenig rascher und auch tiefer gefärbt werden, als die fixen. Der Gewinn, der aus der Untersuchung vergoldeter Hornhäute resultiert im Vergleich mit der frischer, liegt nun nicht bloß darin, daß man solche Objekte beliebig lange und daher mit der größten Muße und Genauigkeit durchmustern kann, sondern noch mehr in dem Umstande,

1) Dieses Archiv Bd. XXXVIII. S. 343.

daß in ihnen jede, noch so leise Andeutung eines Zellkörpers oder Ausläufers mit unfehlbarer Sicherheit zur Beobachtung kommt, man deshalb auf die Gegenwart von Elementen auch dort geführt wird, wo man bei der Untersuchung im frischen Zustande nur ganz ungenügende Andeutungen fand. Hierzu kommt aber noch ein, wie mir scheint, nicht zu unterschätzender Vorteil. Durch die Vergoldung erlangt die Froschcornea eine gewisse Zähigkeit und Härte, die für einmal es schon erlaubt, Flachschnitte von ihr anzufertigen, insbesondere aber es sehr leicht macht, sie mit Hilfe von Messer und Pinzette in eine Anzahl dünner Lamellen zu zerlegen, deren jede nur die Dicke von einer oder zwei Lagen fixer Körperchen hat. An den so gewonnenen Lamellen lassen sich begreiflicherweise alle Details mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit erforschen, und jeder Zeit überzeugt man sich hier, daß, so groß auch die Zahl der Eiterkörperchen an irgend einer Stelle sein mag, doch die fixen Hornhautkörperchen mit ihren Ausläufern in der gesetzmäßigen Anordnung wohl erhalten sind.[1])

[7] Vermittelst der Goldmethode leidet es nun keinerlei Schwierigkeit, auch an der entzündeten Hornhaut des Kaninchens die analogen Verhältnisse festzustellen. Denn die Untersuchung der frischen Cornea stößt hier auf viel bedeutendere Hindernisse als beim Frosch. Die Eiterkörperchen allerdings sind auf den ersten Blick ohne weiteres zu erkennen und man konstatiert auch hier, sofern man keine Zeit zwischen der Abtragung der Hornhaut und der Untersuchung verstreichen läßt, daß die Körperchen die allermannigfachsten Formen darbieten. Dagegen die fixen Körperchen sind anfangs garnicht wahrzunehmen und bei längerem Liegen treten hier noch rascher die Übelstände auf, die oben für die Froschhornhaut betont wurden; überdies ist die Cornea zu dick, um eine exakte Untersuchung in toto zu ermöglichen und gute Flachschnitte von der frischen Membran anzufertigen, halte ich für ein etwas prekäres Unter-

1) Beiläufig will ich bemerken, daß für diese Verhältnisse es keineswegs erforderlich ist, die Cornea in so frischem Zustande in die Goldlösung zu bringen, wie es für die Darstellung der feinsten Nerven geschehen muß. Ich habe mit sehr gutem Erfolg entzündete Hornhäute vergoldet von Tieren, die 6—8 Stunden und länger vorher gestorben waren, oder solche, die ich zuvor stundenlang in frischem Zustande untersucht hatte; freilich, wie selbstverständlich, gilt auch hier: je frischer, desto besser.

nehmen. Nichts aber ist bequemer, als die Herstellung derselben von vergoldeten, in jeder beliebigen Feinheit und nichts einfacher, als die Untersuchung solcher Schnitte. In diesen sieht man nun immer die fixen Hornhautkörperchen mit ihrem anastomosierenden Ausläufersystem in ganz gleicher Weise, ob man eine normale durchsichtige Cornea, oder eine trübe, verdickte, entzündete untersuche, und der wesentliche Unterschied zwischen beiden besteht nur darin, daß in der letzteren zahllose Eiterkörperchen zwischen oder über den fixen Elementen verteilt sind. Die Eiterkörperchen liegen auch hier entweder einzeln oder in kleineren oder größeren Gruppen; außerordentlich häufig stößt man hier auf spindelförmige Körperchen und dann sieht man nicht selten eine Erscheinung, für die sich beim Frosch kaum eine Analogie vorfindet, daß nämlich drei, vier und mehr Eiterkörperchen in gerader Linie hintereinander aufgereiht sind. Das ist in der Tat alles, was man auf Flächen- und auf Vertikalschnitten in der entzündeten Cornea des Kaninchens beobachten kann.

Ich kenne kein anderes histologisches Verfahren, das bei der Untersuchung der Keratitis mit der Goldmethode, sowie mit der Prüfung im frischen Zustande, soweit letztere ausführbar, konkurrieren könnte. Daß die Chromsäure, sowie das chromsaure [8] Kali nicht für die Behandlung der Cornea sich eignen, hat schon His bemerkt und das haben nach ihm viele Forscher erfahren. Ebensowenig sind Spirituspräparate zu gebrauchen und auch die Behandlung mit Säuren halte ich für unzweckmäßig, nicht minder die Färbung mit Karmin; man sieht mit all' diesem Verfahren die Eiterkörperchen mit ihren Kernen vortrefflich, dagegen werden die fixen Elemente immer mehr oder weniger undeutlich. Das einzige, was ich noch allenfalls den genannten Methoden an die Seite setzen möchte, ist die Erhärtung der Cornea in Holzessig, in der Weise, wie His in seiner Arbeit [1]) es angegeben. Für die geringeren Grade der Entzündung erhält man auf diese Weise Bilder, die als brauchbar bezeichnet werden können, und von der Abbildung, die His auf Taf. IV. Fig. 4 gibt, kann man nur sagen, daß dieselbe die natürlichen Verhältnisse ziemlich getreu wiedergibt; man sieht die fixen Hornhautkörperchen und außer ihnen spar-

---

1) W. His, Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Cornea. Basel, 1856. S. 2.

same Eiterkörperchen. Aber an diesem Bilde kann man sogleich auch das Mangelhafte der Methode konstatieren, es ist dabei nicht möglich auszumachen, ob ein Eiterkörperchen, das gerade an der Stelle eines fixen Elementes liegt, auf diesem sich befindet oder in demselben, in seiner Substanz, was sich begreiflicher Weise sehr leicht im frischen Zustande, unschwer gewöhnlich auch am Goldpräparat feststellen läßt. Vollends aber, wird die Entzündung intensiver, nimmt die Zahl der Eiterkörperchen sehr bedeutend zu, so wird die Holzessigmethode ganz unzulänglich, man sieht alsdann nur die Haufen von Eiterkörperchen, während die fixen Elemente sich ganz dem Blicke entziehen und wenn ich nach dem urteilen soll, was ich bei der Vergleichung zweier Hälften einer entzündeten Kaninchenhornhaut, von denen die eine mit Goldchlorid, die andere mit Holzessig behandelt war, gesehen habe, so kann ich das letztere Verfahren für die stärkeren Grade der Keratitis nur als eine ziemlich gefährliche Quelle der Täuschung bezeichnen. Zu meinem Bedauern habe ich auch mittelst der Recklinghausenschen Silbermethode, die ich aus naheliegenden Gründen mit besonderer Erwartung in Anwendung zog, bisher keine bemerkenswerten Resultate erhalten, wie ich nicht zweifle, hauptsächlich [9] deshalb, weil das Arg. nitricum, wie bekannt, nur ganz oberflächlich wirkt und nicht in das Gewebe eindringt. Daß ich endlich nicht erst versucht habe, die Hornhaut behufs der mikroskopischen Prüfung zuvor zu trocknen, das wird der Leser mir auch ohne besondere Versicherung glauben.

Wenn ich bei der bisherigen Darstellung, aus dem oben genannten Grunde von derjenigen Keratitis ausgegangen bin, welche im Laufe der Panophthalmitis sich entwickelt, so dürfte es nicht überflüssig sein, hier ausdrücklich zu bemerken, daß auch bei jeder anderen Form der traumatischen Keratitis die mikroskopische Untersuchung vollkommen übereinstimmende Resultate ergibt. Mag man die Hornhaut mit Kantharidentinktur bestreichen, mag man eine beliebige Stelle derselben kauterisieren, oder einen Faden durch die Mitte oder einen anderen Punkt derselben ziehen, immer beruht die Trübung, welche sich alsbald im Laufe desselben und der nächsten Tage entwickelt, auf der Anwesenheit mehr oder weniger Eiterkörperchen, immer aber bleiben zwischen diesen die fixen Hornhautkörperchen wohlerhalten.

Nicht alles aber, was ich auf den vorstehenden Seiten

auseinandergesetzt habe, ist so neu, als es vielleicht diesem oder jenem der Leser erscheinen möchte. Denn in dem bereits oben zitierten Aufsatze hat auch Recklinghausen ausdrücklich bemerkt (S. 180), daß „es sich leicht feststellen ließe, daß die wesentliche Veränderung bei leichten Graden der Keratitis darin besteht, daß die beweglichen Körperchen an Zahl zugenommen haben.“ Indes Recklinghausen scheint diese Versuche nicht über die leichteren Grade der Entzündung hinaus verfolgt zu haben und überdies wurde er bei denselben grade von einem anderen Gedanken geleitet. Er unternahm die Ätzungen von Hornhäuten, um über den etwaigen genetischen Zusammenhang der fixen und der wandernden Körperchen Aufschlüsse zu erhalten. In der Tat fand er in entzündeten Hornhäuten Elemente, denen er in normalen nicht begegnet war, insbesondere große, teils spindelförmige, teils mehrstrahlige Körperchen, deren Ausläufer spärlicher und meist kürzer waren, als die der normalen fixen, die selbst an einem Pol ganz abgerundet erschienen und nur noch von dem anderen lange Äste ausschickten; und er spricht sich, allerdings mit großer Reserve, für die Möglichkeit aus, daß man in diesen Formen di[10]rekte Übergänge von den fixen zu den wandernden vor sich habe. Heutzutage indes, wo wir durch die Untersuchungen Kühnes auch an den fixen Hornhautkörperchen die spontanen Gestaltveränderungen kennen gelernt haben, von denen ja übrigens auch Recklinghausen schon Andeutungen wahrgenommen, heutzutage, sage ich, werden wir auf Formen, wie die eben beschriebenen, ein besonderes Gewicht kaum noch legen dürfen; und wollten wir selbst, so ist doch in keiner Weise ausgemacht, ob wir in diesen Formen gerade Jugendformen neuer Eiterkörperchen vor uns haben, zumal da, wie ich alsbald zeigen werde, auch in ihnen immer der große klare, für die fixen Hornhautkörperchen charakteristische Kern wohlerhalten ist und ob nicht vielmehr hier Untergangsformen, sozusagen, passive Zustände vorliegen. Man muß, wie mir scheint, hier noch zurückhaltender schließen, als es von Recklinghausen geschehen; man darf nicht vergessen, daß jene Formen doch immer verhältnismäßig selten in entzündeten Hornhäuten sich finden und daß dieselben jedenfalls in keiner Weise zu verwenden sind für die Erklärung des Ursprungs solcher Eiterkörperchen, welche, wie man es ja gewöhnlich sieht, in oft so großer Menge zwischen ganz unveränderten, vielstrahligen fixen Körperchen verteilt sind.

Noch weniger Bedeutung freilich, als den Zellen selber, bin ich geneigt, der Gestalt der Kerne beizulegen, in betreff derer, so viel ich sehe, vielfach sehr unvorsichtige Schlüsse gezogen sind. Hier ist es allerdings ein sehr bedauerlicher Umstand, daß man in den frischen, lebenden Zellen, wie bekannt, in den bei weitem meisten Fällen von den Kernen gar nichts wahrnimmt, daß dieselben vielmehr von dem Protoplasma verdeckt werden. Auch hier aber kommt uns die Goldmethode einigermaßen zu Hilfe. Wie ich schon a. a. O. hervorgehoben, treten in den Goldpräparaten die Zellkerne überall mit sehr scharfer, klarer Begrenzung hervor, gewöhnlich ungefärbt oder doch jedenfalls viel blasser, als das sie umschließende Protoplasma. In der vergoldeten normalen Hornhaut des ausgewachsenen Frosches oder Kaninchens sieht man nun die Kerne der fixen Körperchen immer als klare, große. wohl deutlich doppeltkonturierte Bildungen, mit meist zwei Kernkörperchen im Innern, aber in sehr ungleicher Gestalt. Einige sind vollkommen kugelrund, andere elliptisch, noch andere ver[11]bogen und geknickt und zwar sowohl in der Mitte, als auch näher dem einen oder dem andern Pole; dadurch erhalten die Kerne oft Bisquittform, häufig erscheint auch ein Kern abgeschnürt in einen größeren und einen viel kleineren Abschnitt; und letzterer kann zuweilen nur durch eine ganz schmale, mehr weniger lang ausgezogene Brücke mit jenem zusammenhängen, ja man erhält selbst in seltenen Fällen Bilder, wo man von einer solchen Verbindungsbrücke nichts mehr wahrnimmt, wo sich in der Zelle mithin ein großer, vielleicht seinerseits verbogener und ein kleiner kugliger oder elliptischer Kern befindet. Ganz ähnliche, nur nicht so mannigfache Bilder bieten abgestorbene Corneae dar, in denen die Kerne immer ohne Schwierigkeit gesehen werden können. Wenn aber in den normalen Hornhäuten erwachsener Tiere alle diese Formen sich finden, was kann dann berechtigen, hierin Teilungsvorgänge zu sehen, wie ja viele beim Anblick jeder Bisquittform geneigt sind? Soll man aus dem Nebeneinandervorkommen all dieser Formen in normalen Hornhäuten überhaupt einen Schluß ziehen, so liegt es nach meinem Dafürhalten viel näher anzunehmen, daß die Formen der Kerne nicht konstant sind, daß vielmehr, sei es durch aktive oder vielleicht passive Gestaltveränderung, ein vorher elliptischer Kern sich verbiegen, einschnüren u. dgl. kann und umgekehrt. Freilich, ich bemerke ausdrücklich, auch dies ist nur eine Vermutung, denn an den lebenden Horn-

häuten sieht man eben nichts von dem Kern, und an vergoldeten oder abgestorbenen wird man begreiflicher Weise Formveränderungen nicht mehr wahrnehmen wollen. Mag es nun damit sich verhalten, wie auch immer, jedenfalls, wenn wir die an den Kernen normaler Hornhäute gemachten Erfahrungen auf entzündete übertragen, so ergibt sich sogleich, daß wir damit der Einsicht in die Sachlage um keinen Schritt näher kommen. Denn man sieht in den entzündeten die Kerne der fixen Körperchen eben in keiner Weise anders, als in den normalen; jedes hat seinen großen Kern, viele der letzteren sind rund oder elliptisch, andere geknickt und verbogen, eingeschnürt und auch solche sieht man allerdings, wo einzelne Partikel abgetrennt erscheinen. Hierauf aber beschränkt sich auch in ihnen alles, und ich brauche nach dem Gesagten nun nicht erst ausdrücklich zu betonen, daß hiermit die fixen Körperchen den Eiterkörperchen, an denen man, wie [12] bereits oben hervorgehoben, ganz überwiegend häufig zwei, drei und mehr kleine Kerne sieht, um nichts ähnlicher werden.

Um aber gegen jede mißverständliche Auffassung mich zu schützen, will ich hier ganz ausdrücklich hervorheben, daß ich nicht etwa der Ansicht bin, daß die fixen Hornhautkörperchen niemals von dem entzündlichen Prozeß in Mitleidenschaft gezogen werden. Eine solche Meinung kann man verständigerweise garnicht hegen. Sieht man doch, wie im Laufe einer Keratitis die Hornhaut weicher wird, in förmlicher Weise abszediert, wie ein solcher Abszeß aufbrechen und Eitermassen und Gewebsteile sich entleeren können, der Art, daß ein Substanzverlust, ein Geschwür zurückbleibt; und wer könnte zweifeln, daß bei solchem Ausgange die Hornhautkörperchen mehr oder weniger schwere Veränderungen erfahren müssen? Alsdann liegt es ja auf der Hand, daß es für die an einer bestimmten Stelle befindlichen, fixen Körperchen nicht gleichgültig sein kann, ob man einen Faden mitten durch sie hindurchzieht oder sie mit dem Cauterium mißhandelt. Aber es bedarf solcher aprioristischen Deduktionen garnicht, da man ohne alle Schwierigkeit sich davon überzeugen kann, daß bei sehr vorgeschrittener Keratitis und besonders in der nächsten Nähe einer direkten Reizstelle die fixen Hornhautkörperchen einen ausgesprochen körnigen Habitus annehmen, daß die Ausläufer retrahiert sind, auch wohl Vakuolen im Protoplasma derselben auftreten, kurz das ursprüngliche, so charakteristische Aussehen in nicht unerheblicher Weise sich

ändert. Aber je weniger derartige Veränderungen geleugnet werden können, um so mehr muß ich dagegen Verwahrung einlegen, denselben eine höhere Bedeutung zu vindizieren, als sie es wirklich verdienen. Denn was ist mit dem Nachweis derselben gewonnen für die Geschichte einer jüngeren Keratitis, von einer Zeit, wo schon die ganze Hornhaut trübe aussieht und das Mikroskop zahllose Eiterzellen zwischen den noch unveränderten fixen Körperchen aufweist? Es müssen, so meine ich, diese Fragen ganz voneinander getrennt werden. Es muß die Aufgabe einer ganz besonderen Untersuchung sein, die möglicher Weise passiven Veränderungen der fixen Hornhautkörperchen im Verlaufe einer Entzündung zu studieren, eine Untersuchung, die ich einstweilen beiseite gelassen, weil mir die zweite [13] Frage, die nach dem Ursprunge und der Herkunft der Eiterkörperchen, dringender einer Lösung bedürftig schien.

Für die weitere Bearbeitung dieser Frage konnten bei dem heutigen Standpunkte unserer Wissenschaft nach Ausschluß der fixen Hornhautkörperchen, wie mir scheint, nur zwei Möglichkeiten in Betracht kommen. Entweder die Eiterkörperchen stammten von den in der Cornea präexistierenden wandernden, lymphkörperartigen Elementen, oder aber sie stammten garnicht aus der Hornhaut selbst, sondern von außen, sie waren eingewandert. Beides war a priori denkbar. Was den ersten Modus anlangt, so brauche ich nur an den von Recklinghausen a. a. O. geführten Nachweis zu erinnern, daß in jeder normalen Cornea sich dergleichen Elemente finden, die in keiner Weise von Eiterkörperchen differieren und bei den ganz allgemein eingebürgerten Anschauungen über Zellteilung und Vermehrung wüßte ich scheinbar keinen Grund, weshalb man sich theoretisch dagegen sträuben sollte, in den wenigen normalen die Vorfahren der vielen pathologischen Körperchen zu sehen. Andererseits wird es genügen, auf Recklinghausens in der mehr zitierten Abhandlung S. 182 ff. beschriebenen Versuche hinzuweisen, durch welche er das Eindringen von Lymphkörperchen in eine in einen Froschlymphsack gebrachte Cornea dartat, um auch die zweite Möglichkeit plausibel erscheinen zu lassen. Eine sorgfältigere Erwägung der hier obwaltenden Verhältnisse ließ indes bald die Wagschale sich zu Ungunsten des ersten Modus neigen. Denn wenn man bedenkt, wie die Zahl und Verteilung der wandernden Körperchen in der normalen Hornhaut eine so überaus wechselnde ist, der Art, daß

man, besonders beim Frosch, häufig ganze Gesichtsfelder, selbst einer noch kleinen Vergrößerung durchmustern kann, ohne auf ein einziges zu stoßen, während dann allerdings an anderen Stellen zufällig einmal mehrere beisammen liegen können, so hat es doch, sollte ich meinen, eine gewisse Schwierigkeit, sich durch die Wucherung derselben den so konstanten und gleichartigen Verlauf des entzündlichen Prozesses zu erklären, es würde der letztere, um mich eines allerdings etwas kühnen Bildes zu bedienen, in seiner Entwicklung zu sehr dem Zufall preisgegeben sein. Dazu kommt aber ein weiterer Punkt, auf den ich gegen den Schluß dieses Aufsatzes noch einmal des näheren werde eingehen [14] müssen, daß zwar die Vorstellung von der Zellenneubildung und Vermehrung durch Teilung oder irgend einen anderen, gleichwertigen Vorgang eine ganz allgemein eingebürgerte ist, daß indes gerade an den Lymph- und Eiterkörperchen niemand diesen Vorgang wirklich beobachtet hat, daß, um es mit einem Worte zu bezeichnen, noch niemand unter seinen Augen aus einer Eiterzelle zwei oder noch mehr kernhaltige Körperchen hat entstehen sehen. Bei weitem mehr aber, als diese spekulativen Betrachtungen, sind für mich die Ergebnisse einer systematischen Versuchsreihe über den Gang der traumatischen Keratitis ins Gewicht gefallen, von denen es mir gestattet sein möge, im Folgenden eingehender zu berichten.

Ich habe nämlich eine Reihe von Versuchen unternommen, wie sie in ganz ähnlicher Weise auch schon von Früheren, z. B. von His, von Langhans[1]) u. A. ausgeführt worden sind, um die entzündlichen Veränderungen der Hornhaut nach der Applikation eines Reizes der Zeitfolge nach zu studieren, und bin dabei zu Resultaten gekommen, welche allerdings von denen der früheren Autoren nicht unwesentlich differieren. Es hat sich mir ganz konstant ergeben, daß die einfache traumatische Keratitis immer am Rande der Hornhaut beginnt und erst von da aus gegen das Zentrum fortschreitet. Es wird dies Verhalten, wie ich annehmen darf, jedermann ohne weiteres natürlich finden für diejenige Keratitis, welche im Laufe der Panophthalmitis sich entwickelt; es gilt indes in ganz derselben Weise auch für jede andere Art, mag das Trauma eingewirkt haben, wo es wolle, und es wird sogar,

1) Vgl. Zeitschrift f. rationelle Medizin. 3. Reihe. Bd. XII. S. 1ff.

bei der größeren Beweiskraft dieser Form, zweckmäßig sein, der folgenden Schilderung diejenige Keratitis zugrunde zu legen, welche einem auf das Zentrum der Cornea angebrachten Reize ihre Entstehung verdankt. Die Versuche geraten am sichersten und exaktesten bei Winterfröschen, weil die relativ große Langsamkeit des ganzen Vorganges es leicht macht, an einer bestimmten Zahl von in etwa 10—12—16 stündigen Zeitintervallen getöteten Tieren alle Stadien des Prozesses vor Augen zu bekommen, während die viel größere Lebhaftigkeit und Schnelligkeit des Vorganges bei den Frühlings- und Sommerfröschen und noch mehr bei Kaninchen leicht die Reinheit der Resultate trübt, jedenfalls [15] aber zu großer Vorsicht nötigt. Beiläufig gesagt, empfiehlt es sich ferner, Rana esculenta und zwar recht große Exemplare derselben zu benutzen, damit die Cornea Raum genug darbiete für die übersichtliche Entwicklung aller Entzündungsstadien.

Wenn man einem Winterfrosch das Zentrum der Hornhaut mit einem Höllensteinstift tuschiert und zwar so tief, daß an dieser Stelle das Epithel völlig zerstört wird und der Lapis auf das Cornealgewebe selbst eindringt, was man sogleich daran bemerkt, daß die geätzte Stelle nicht mehr eine graue, sondern eine rein weiße Farbe zeigt, und träufelt sofort hinterher etwas Kochsalzlösung in das Auge, so nimmt bekanntlich in kurzer Frist, unter dem Einflusse des Lichtes der Ätzschorf eine braune Farbe an, die übrige Cornea aber bleibt zunächst vollkommen durchsichtig. Nach etwa 20—24 Stunden bemerkt man dann um den Ätzschorf herum, einen sehr schmalen, etwas matt und fahl aussehenden Ring, von diesem aber weit entfernt und getrennt durch einen breiten Saum ganz durchsichtiger, glänzender Substanz entlang dem oberen Hornhautrande, einen wolkigen, mattgrauen Streifen. Während sich nun im weiteren Verlaufe das Aussehen des Zentrum garnicht ändert, ist es dieser Streifen, der allmählich an Ausdehnung zunimmt und zwar sowohl in der Breite parallel dem Hornhautrande, als besonders in radiärer Richtung, indem er sich gegen das Zentrum vorschiebt. Gewöhnlich am dritten Tage hat die Trübung den Schorf erreicht und man sieht jetzt einen mächtigen, trüben, grauen Keil, dessen Spitze am oberen Rande des Schorfes, dessen breite Basis an der oberen Peripherie der Hornhaut gelegen ist. Mittlerweile hat sich, indes meistens etwas später und weniger ausgesprochen, ein ganz ähnlicher Keil auch vom unteren Rande her vorge-

schoben, während dabei der innere (vordere) und äußere (hintere) peripherische Abschnitt der Cornea durchsichtig bleiben können oder doch nur geringe Trübung erfahren. Untersucht man nun noch später, so beobachtet man, wie die Trübung um den Ätzschorf immer gesättigter wird, ihn, falls es nicht schon vorher geschehen, rings umfaßt, gleichzeitig aber sieht man successive die Peripherie sich aufhellen, und am 5., 6. Tage ist gewöhnlich alles, was man sieht, ein mehr oder weniger breiter, milchweißer oder mehr gelblichweißer Ring um den Ätzschorf, während die ganze Peripherie vollkommen klar, glänzend und [16] durchsichtig erscheint. Was sich beim Winterfrosch im Laufe von 5—6 Tagen abgewickelt hat, das geht bei den Sommerfröschen in ganz gleicher Weise, nur erheblich rascher vor sich; hier sieht man gewöhnlich schon nach 24 Stunden eine zusammenhängende Trübung von dem Schorf bis zum oberen, bezw. unteren Rande und am 3. Tage hat sich häufig schon der Prozeß rings um den Ätzschorf lokalisiert.

Unterwerfen wir nun diese, so zu sagen, klinischen Beobachtungen der mikroskopischen Analyse, so ergeben sich ziemlich einfache und, wie mir scheint, nicht leicht zu mißdeutende Verhältnisse. In dem braunen, zentralen Ätzschorf sieht man in ausgezeichneter Schönheit das bekannte Recklinghausensche Silberbild, inmitten einer braunen Grundsubstanz die weißen, sternförmigen Figuren feiner Saftkanälchen mit ihren vielfältigen Anastomosen; in dem schmalen, den Ätzschorf ringsumgebenden fahlen Ring erscheint, falls nicht etwa, was zuweilen vorkommt, die Silberzeichnung der epithelialen Kittsubstanz in dieser Zone den Hauptteil an der Trübung trägt, die Grundsubstanz des Hornhautgewebes von leicht körnigem und gelblichem Anflug, auch die fixen Hornhautkörperchen sehen, wie bereits vorhin angedeutet, etwas körnig aus, haben auch wohl Vakuolen und nur sparsame Fortsätze; kaum aber bemerkt man anfangs zwischen ihnen ein einziges Eiterkörperchen. Soweit als dann die Cornea makroskopisch durchsichtig und glänzend erscheint, soweit zeigt sie auch mikroskopisch das ganze normale Verhalten; und erst in dem grauen Randstreifen treten zwischen den fixen Körperchen, in der oben ausführlich beschriebenen Weise, zahllose Eiterkörperchen hervor. Weiterhin bezeichnet der geschilderte graue Keil ganz genau die Verbreitung der dichtgedrängten Eiterkörperchen, immer aber zunächst so, daß die Menge derselben die reichlichste in dem der Peripherie zu-

gekehrten Abschnitte, in der Basis des Keils ist, während sie immer sparsamer und vereinzelter werden in dem gegen das Hornhautzentrum gerichteten Teile. Erst wenn die Trübung sich rings um den Ätzschorf zu konzentrieren beginnt, werden auch die Eiterkörperchen hier dichter und dichter und in jener anfangs fahlen Zone hat ihre Zahl jetzt so zugenommen, daß man außer ihnen nichts weiteres, weder Grundsubstanz noch fixe Körperchen, mehr wahrnimmt. Gleichzeitig aber hat die Menge der Eiterkörperchen [17] in der Hornhautperipherie gar sehr abgenommen und die fixen Körperchen präsentieren sich jetzt wieder ganz unverdeckt in der alten Klarheit, so daß schwerlich in dem unbefangenen Beobachter die Vermutung rege werden könnte, daß ein so dichter Schwarm wandernder Körperchen über sie hinweggegangen. In dem braunen Ätzschorf selbst sieht man, wie ich noch bemerken will, zu keiner Zeit Eiterkörperchen.

Einen ganz ähnlichen, obwohl im weiteren Verlaufe etwas modifizierten Gang nimmt der Prozeß, wenn man einen Seidenfaden durch die Mitte der Hornhaut des Frosches zieht und denselben liegen läßt. Sehr bald entsteht rings um den Faden ein sehr kleiner weißlicher Kreis; die eigentliche graue Trübung beginnt aber auch hier am oberen, etwas später am unteren Rande, und von hier schiebt sich dieselbe, im allgemeinen mit größerer Rapidität, als nach der Kauterisation, sukzessive gegen das Zentrum, den Faden selbst vor. Während aber bei der durch die Ätzung hervorgerufenen Entzündung dieser Zeitpunkt zugleich das Signal für die beginnende Aufhellung der Peripherie war, bleibt hier die Trübung eine anhaltende, ja, nimmt überall noch zu, die ganze Cornea wird dicker und an mehreren Stellen kann es zu Abszedierung und Durchbruch bei leichter Berührung kommen. Das mikroskopische Verhalten stimmt gleichfalls in den Grundzügen mit dem oben geschilderten. Die weißliche Trübung dicht um den Faden verdankt ihren Ursprung hauptsächlich kleinen radiären Einrissen in das Gewebe der Hornhaut, in die jetzt Humor aqueus u. dgl. eindringen konnte, höchstens findet sich hier auch früh eine leicht gelbliche und körnige Beschaffenheit der Substanz; die graue, von der Peripherie zum Zentrum fortschreitende Trübung aber beruht auch hier auf der Gegenwart zahlloser Eiterkörperchen, deren Menge und Anhäufung hier mit jedem Tage größer wird. Selbstverständlich kann darüber kein Zweifel sein, daß diese kontinuierlich sich

steigernde Entzündung ihren Grund hat in der bleibenden Anwesenheit des Entzündungsreizes, während bei der oben beschriebenen Kauterisation und ihren Folgen sich der Prozeß nach einiger Zeit „demarkierte." Sollte aber schließlich noch jemand die Frage aufwerfen, woher es kommen möge, daß die eitrige Infiltration der Hornhaut des Frosches immer ihren Anfang nehme am oberen, bezw. unteren Rande, so weiß ich hierauf aus [18] den anatomischen Verhältnissen keine andere Antwort zu geben, als daß dies die Stellen sind, wo die größten und reichlichsten Blutgefäße in die Nähe des Cornealrandes treten; ich hoffe aber noch im Laufe dieser Abhandlung zeigen zu können, daß eben dieser Umstand vollständig ausreicht zu der Erklärung jener anscheinend auffallenden Tatsache.

In betreff der Keratitis bei dem Kaninchen darf ich mich jetzt kurz fassen. Auch hier verläuft der Prozeß in analoger Weise, wie beim Frosch, sofern nur Sorge getragen ist, daß der applizierte Reiz nicht zugleich eine Verwundung, Kontinuitätstrennung der Cornea mit sich bringt. Am einfachsten erreicht man dies auch hier durch die Kauterisation. Tuschiert man irgend eine Stelle der Hornhaut, z. B. das Zentrum, energisch mit dem Lapisstift, so entsteht daselbst in kurzer Frist ein brauner Schorf mit ganz schmalem, etwas mattem Hof; einige Stunden nachher aber, während zugleich eine Injektion der Konjunktivalgefäße sich ausgebildet hat, entsteht eine wolkige, graue Trübung am Rande der Cornea und zwar konstant zuerst oben, ein wenig hinter der Mitte, genau entsprechend der Stelle, wo der M. rectus superior sich inseriert. Diese graue Trübung ist, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, bedingt durch die Gegenwart von zahllosen Eiterzellen zwischen den fixen Körperchen, während in dem schmalen, matteren Hof um den Ätzschorf sich lediglich eine leicht gelbliche Grundsubstanz und etwas scheinbar retrahierte, leicht körnig aussehende fixe Körperchen, dagegen keinerlei Eiterzellen vorfinden. Im weiteren Verlaufe tritt dann auch an anderen Teilen des Hornhautrandes ein graulicher Schimmer auf, während die in der Mitte des oberen Randes begonnene Trübung sich merklich gegen das Zentrum hin vorschiebt, ganz in der gleichen Weise, wie wir es beim Frosch gesehen. Um diese Zeit, es ist das gewöhnlich nach zirka 18—24 Stunden, läßt aber meistens die Intensität des entzündlichen Prozesses nach, wie man dies an der rückgängigen Injektion der Konjunktivalgefäße kontrollieren kann;

zugleich beginnt schon der Schorf sich teilweise zu lösen und es kommt dann durch die damit einhergehende, ulzerative Eröffnung des Cornealgewebes zu Komplikationen, welche weiterhin die Reinheit der Beobachtung stören. Es sind dies dieselben Komplikationen, welche von vornherein eintreten, wenn man ein Stück der Hornhaut exzidiert, oder wenn man einen Faden durch dieselbe irgend[19]wo durchzieht; grade so aber, wie ich selber erst im Laufe der weiteren Untersuchung dazu gelangt bin, mir Rechenschaft geben zu können über diese eigentümlichen Vorgänge, so muß ich auch den Leser um die Erlaubnis bitten, die Erörterungen derselben bis später verschieben zu dürfen. Ich hoffe dann auch den Einwürfen begegnen zu können, welche etwa seitens der Augenärzte gegen meine Darstellung vom Verlaufe der Keratitis, auf Grund klinischer Erfahrungen sollten erhoben werden.

Jedenfalls hatte aber hiernach die Annahme, daß bei der Keratitis die Eiterkörperchen von außen her in die Hornhaut einwanderten, eine unverkennbare Berechtigung. Um so lieber aber habe ich an diesen Gedanken den Faden der weiteren Untersuchung angeknüpft, als sich hier ein fruchtbarer Boden für weitere Experimente darbot, während ich wenigstens keine Aussicht sah, dem zweiten, oben als möglich bezeichneten Modus der Entwickelung der Eiterkörperchen aus den präexistierenden wandernden Elementen, durch den Versuch oder die Beobachtung näher beizukommen. Es lag nämlich nahe, dasselbe Verfahren anzuwenden, dessen sich Recklinghausen bediente, als er die Lymphkörperchen kenntlich machen wollte, welche er in eine abgestorbene Hornhaut einwandern ließ[1], d. i. der Fütterung derselben mit Partikeln eines unlöslichen Farbstoffs. Man kann zu dem Ende frisch aus der ammoniakalischen Lösung durch Essigsäure gefällte Carminsäure, man kann fein verriebene Sepiafarbe, man kann recht gut auch das schwarze Pigment melanotischer Geschwülste benutzen, wie es ohne besondere Mühe und ziemlich rein in großen Massen aus den Melanosen der Schimmel sich gewinnen läßt; als den bei weitem zweckmäßigsten Farbstoffs habe ich indes Anilinblau befunden, das ich mir, nach dem Rate meines Freundes Dr. Martius, frisch aus der alkoholischen Lösung mittelst eines großen Überschusses von Wasser ausfällte. Der so gebildete Niederschlag ist außerordentlich

1) a. a. O. S. 184.

feinkörnig und hat dabei, wenigstens in den ersten Tagen, eine sehr geringe Neigung zusammenzuballen; auch ist er vollkommen unlöslich, mit der größten Sicherheit selbst in sehr kleinen Körnchen zu erkennen und endlich von geringem spezifischen Gewicht, so daß keine Gefahr ist, daß derselbe sich im Organismus irgendwo durch seine Schwere anhäufe und senke.

[20] Als ich nun an die Erwägung der Chancen ging, woher die etwa in die Cornea einwandernden Körperchen kommen könnten, war es allerdings nach den Ergebnissen der eben mitgeteilten Versuche unwahrscheinlich, daß dies anderswoher geschähe, als von der äußeren Peripherie der Hornhaut. Indes habe ich doch nicht unterlassen wollen, auch die Möglichkeit des Eindringens von vorn oder hinten einer experimentellen Prüfung zu unterziehen. Zuvörderst brachte ich einen Tropfen des aufgeschwemmten Anilinblau in den Konjunktivalsack, den Raum zwischen Cornea und Nickhaut des Frosches und vernähte alsdann den freien Rand der letzteren mit dem die Hornhaut von oben her überragenden Hautsaum; mochte nun die Cornea ganz normal oder durch lokale Kauterisation oder drgl. in Entzündung versetzt sein, niemals habe ich in derselben ein Körperchen gesehen, das blaue Körnchen geführt hätte: ein Resultat, das mit denen älterer Beobachter stimmt, welche, mit Rücksicht auf therapeutische Zwecke, Versuche über das Eindringen fester Partikel, z. B. des Kalomelpulvers, in die Hornhaut angestellt, und gleichfalls niemals ein Hineingelangen konstatiert haben. Alsdann injizierte ich mittelst einer P r a v a z schen Spritze ohne Verletzung der Hornhaut selber aufgeschwemmtes Anilinblau in die vordere Augenkammer vom Frosch oder Kaninchen; nach kurzer Frist etabliert sich dann daselbst eine Entzündung, es treten mehr oder weniger große Mengen von Eiterkörperchen in der Kammer auf und sehr viele derselben enthalten im Innern blaue Körnchen. Nach einiger Zeit beginnt dann auch eine Trübung der Hornhaut, die man natürlich sehr beschleunigen und verstärken kann durch künstliche Applikation eines besonderen Entzündungsreizes. So groß aber auch die Zahl der Eiterkörperchen in der Cornea werden mag, niemals ist ein einziges derselben durch blaue Körnchen kenntlich. Damit ist es vollständig im Einklang, daß zwar bei jeder Keratitis Eiterkörperchen im Humor aqueus sich allmählich anhäufen, indes, so weit ich gesehen habe, falls das Trauma die

Hornhaut allein getroffen hat, immer erst, nachdem deren schon eine gewisse Zahl im Hornhautgewebe selbst sich etabliert hatte; es ist augenscheinlich ein Hineingelangen der Eiterkörperchen aus der Hornhaut in die vordere Augenkammer nicht bloß möglich, sondern, wie die tägliche Erfahrung zeigt, sogar sehr gewöhnlich, nicht aber eine Wanderung [21] auf dem umgekehrten Wege. Eine dritte Möglichkeit, auf welche allerdings die leitenden Versuche nachdrücklicher hinzuweisen schienen, die der Einwanderung der Eiterkörperchen aus der Sclerotica, konnte ich doch sofort ausschließen, da die Sclerotica des Frosches, wie bekannt, aus Knorpel besteht und in diesem weder im normalen, noch im pathologischen Zustande jemals Eiterkörperchen zur Beobachtung gelangen. Unter diesen Umständen waren, wie man sieht, eigentlich nur noch zwei Wege übrig gelassen, von denen aus die Eiterzellen in die Cornea vorgedrungen sein konnten, nämlich die Lymph- und die Blutgefäße und ein jeder, der mit dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft vertraut ist, wird es begreiflich finden, daß ich meine Aufmerksamkeit zunächst auf die Lymphwege richtete.

Ein Frosch verträgt es sehr gut, wenn man mittelst einer Pravazschen Spritze aufgeschwemmte Karminsäure oder noch besser Anilinblau in einen Lymphsack einbringt, falls nur die Menge der auf einmal eingeführten Flüssigkeit einige Kubikzentimeter nicht übersteigt und ich habe Tiere viele Wochen lang nach solchen Injektionen munter und kräftig am Leben erhalten. Durchmustert man die Gewebe eines auf diese Weise traktierten Tieres, so findet man nirgends, insbesondere auch nicht in der Hornhaut, ein Farbstoffkörnchen frei liegen, niemals habe ich auch dergleichen innerhalb von Zellen der normalen Cornea angetroffen. Erregt man nun aber eine Keratitis, gleichviel ob auf dem Umwege der Panophthalmitis oder, um jeden Gedanken an eine Extravasation auszuschließen, durch Bepinseln der Cornea mit Kantharidentinktur oder durch zentrale Kauterisation derselben, so wird man immer unter den Eiterkörperchen, welche in der Hornhaut sich anhäufen, einzelnen begegnen, welche blaue Körnchen, in mehr oder weniger großer Menge enthalten. Ich kann dabei nicht nachdrücklich genug betonen, daß die Farbstoffkörnchen niemals anders, als innerhalb der Eiterkörperchen vorkommen; weder frei im Gewebe, noch im Innern der fixen Körperchen sieht man auch jetzt nur ein einziges derartiges Partikelchen. Was aber die Zahl der Farbstoff führenden

Zellen betrifft, so steht sie im allgemeinen wohl im Einklange mit der Masse des eingeführten Farbstoffes; hat man nur einmal etwa einen oder zwei Kubikzentimeter des aufgeschwemmten Anilinblau [22] injiziert, so wird man immer nur in sehr wenigen der Eiterkörperchen blaue Körnchen finden; verfährt man dagegen so, daß man an mehreren Tagen hintereinander, jedesmal in verschiedene Lymphsäcke, größere Quanta der gefärbten Flüssigkeit einbringt, so kann man es dahin bringen, daß der zehnte bis zwölfte Teil der Eiterkörperchen in der entzündeten Hornhaut Farbstoffkörnchen enthält.

So sicher und unzweideutig hieraus hervorgeht, daß ein Teil der Eiterkörperchen in der Keratitis von außen in die Hornhaut hineingelangt, so wenig lassen sich daraus zweifellose Schlüsse über den Weg derselben herleiten. Denn einesteils könnten die Körperchen direkt aus den Lymphwegen aus-, bezw. eingewandert sein, und es würde dann die Aufgabe sein, den Lymphbahnen nachzuforschen, welche die Höhlen der Lymphsäcke mit dem Gewebe der Cornea in Verbindung setzen. Indes spricht hiergegen der Umstand, daß, wie ich mich durch besondere Versuche vielfältig überzeugt habe, es für den beabsichtigten Erfolg vollkommen gleichgültig ist, ob man das Anilinblau in den Lymphsack des Kopfes oder Rückens oder in den des Bauches oder selbst der Unterschenkel injiziert; sobald nur die Menge der eingebrachten Flüssigkeit eine beträchtliche ist, so kann man immer sicher sein, einer nicht unerheblichen Zahl durch blaue Körnchen charakterisierter Zellen in der Hornhaut zu begegnen. Hiernach lag es nahe, eine indirekte Bahn, so zu sagen, einen Umweg zu vermuten, auf welchem die Körperchen aus den Lymphsäcken in die Hornhaut gelangten, und von selbst drängte sich hier der Gedanke an die Blutgefäße auf.

Denn körperliche Elemente, welche in die Lymphsäcke des Frosches eingeführt werden, dringen, wie dies schon Recklinghausen in seiner Schrift „die Lymphgefäße und ihre Beziehung zum Bindegewebe“ S. 22 beschrieben hat, sehr leicht in die Blutgefäße hinein. In der Tat habe ich meist schon an demselben Tage, jedenfalls in steigendem Maße in den folgenden, nachdem ich Anilinblau in einen Lymphsack gespritzt hatte, blaue Körnchen in jedem Tropfen Blutes gefunden, welchen ich direkt aus dem Herzen oder aus einer beliebigen Vene, z. B. einer der großen an der Zungenbasis verlaufenden Venen, entleerte. Die bei weitem meisten farbigen Körnchen lagen, ganz gewiß

im Anfang, im [23] Innern farbloser Blutkörperchen, und in den ersten Tagen nach der Injektion habe ich nur ganz vereinzelte und sehr kleine Körnchen angetroffen, welche frei in der Blutflüssigkeit schwammen, übrigens möglicherweise ja auch vorher im Innern von Zellen sich befunden hatten: daß man dergleichen in roten nicht findet, versteht sich natürlich von selbst. Sollte man aber die Frage an mich richten, welche Art der farblosen Blutkörperchen hauptsächlich die Farbstoffkörnchen enthielt und ob sich überhaupt in dieser Beziehung Unterschiede herausstellten, so habe ich diesem Punkte nicht ausreichende Aufmerksamkeit geschenkt, um ihn sicher entscheiden zu können. So viel ich mich aber entsinne, habe ich niemals gefärbte Körnchen im Innern der ganz kleinen Elemente gesehen, welche den Kern rother Blutkörperchen kaum oder nur ganz wenig an Größe übertreffen; in allen anderen Typen farbloser Blutkörperchen glaube ich aber Farbstoffkörnchen wahrgenommen zu haben, in den etwas größeren kugligen, in den oft in großer Zahl im Froschblut vorhandenen spindelförmigen, vor allem aber in den größeren oder durch die amöboiden Bewegungen ausgezeichneten Formen, und zwar sowohl denen mit dem fein-, als auch denen mit dem grobgranulierten Protoplasma. Im allgemeinen aber ließ sich auch hier feststellen, daß je größer die Masse des Farbstoffes war, der sukzessive in die Lymphsäcke eingeführt worden, desto bedeutender auch die Zahl der farbige Körnchen enthaltenden Zellen im Blute wuchs.

Ein einfacher Versuch aber mußte bei dieser Sachlage darüber entscheiden, ob das Erscheinen farbstoffführender Eiterzellen in der entzündeten Hornhaut nach der Injektion der Farbe in einen Lymphsack unabhängig neben dem Auftreten der Farbstoffkörnchen in den weißen Blutkörperchen einhergehe oder an letzteres, als an eine Mittelstufe, gebunden sei, nämlich die direkte Injektion des Farbstoffs in das Blut. Man kann zu diesem Behufe, besonders bei kräftigen Exemplaren der R. esculenta, sowohl eine der seitlichen Rückenvenen wählen, als auch die große mittlere Bauchvene, obwohl der Umstand dem Experimente an letzterer nicht günstig ist, daß sie geradeweges in die Leber führt, in der, worauf ich noch zurückkommen werde, ohnehin der Farbstoff sich gern anhäuft; das Sicherste und Bequemste ist aber jedenfalls, direkt in eine der beiden Aorten zu injizieren, was mit Hilfe einer [24] feinen Kanüle oder einer

fein ausgezogenen Glasröhre ohne alle Schwierigkeit sich ausführen läßt und von den Tieren ohne allen Schaden vertragen wird. Der Erfolg nach diesen Injektionen, bei denen selbstverständlich jedes Extravasat ausgeschlossen werden muß, ist nun vollkommen übereinstimmend mit dem nach der Einspritzung in die Lymphsäcke. In kurzer Frist nimmt eine bedeutende Anzahl weißer Blutkörperchen Farbstoffkörnchen in ihrem Innern auf. Und während man niemals, selbst wochenlang nach diesen Injektionen, sobald sie reinlich ausgeführt worden, in den normalen Geweben Farbstoffkörnchen frei oder innerhalb von Zellen antrifft, so treten sofort bei einer, wie auch immer erzeugten Keratitis eine mehr oder weniger große Menge von Eiterzellen auf, welche durch Farbstoffkörnchen kenntlich sind. Der Schluß, den ich aus diesen beiden sich in wünschenswerter Weise ergänzenden Versuchsreihen gezogen, liegt auf der Hand: etliche Eiterkörperchen in der entzündeten Hornhaut sind vorher farblose Blutkörperchen gewesen, sie sind aus den Blutgefäßen in die Hornhaut hineingedrungen.

Ich hoffe, der Leser wird gern darauf verzichten, daß ich an dieser Stelle die Frage diskutiere, in welcher Weise man sich die Möglichkeit der Fortbewegung, der Wanderung der Eiterkörperchen in dem Gewebe der Cornea zu denken habe. Nachdem Recklinghausen in seinem mehrzitierten Aufsatze alle Argumente dafür zusammengestellt hat, daß die Lymphkörperchen sich nirgend Wege bohren, daß sie nicht auf ungebahnten Straßen vorwärts rücken können, kann man darüber ja nicht in Zweifel sein, daß auch in der Hornhaut Spalten, Lücken, Kanälchen oder wie man es nennen will, jedenfalls präformierte Räume sein müssen, in welchen die Eiterkörperchen sich fortbewegen, und es kann getrost einem jeden überlassen bleiben, welcher der darüber geäußerten Ansichten er sich anschließen will. Was übrigens mich selbst anbetrifft, so bekenne ich bereitwillig, daß ich, trotz aller dagegen erhobenen Einwendungen, doch die Recklinghausensche Lehre von den Saftkanälchen im Bindegewebe als die best begründete ansehe. Daß mittelst der Silbermethode die Recklinghausenschen Bilder gewonnen werden, das liegt natürlich außerhalb jeder Diskussion, und auch Schweigger-Seidel wird, wie ich nicht zweifle, bei seiner bekannten Geschicklichkeit diese Bilder in [25] tadelloser Schärfe erhalten, sobald er sich genau an die Vorschriften des Erfinders der Methode hält, statt durch willkürliche und nicht

immer glückliche Modifikationen die Reinheit der Resultate zu trüben[1]). Ein jeder aber, der sich eingehend mit dem Studium der Cornea beschäftigt, muß die Überzeugung gewinnen, daß die Konturen der fixen Hornhautkörperchen andere sind, als die Grenzen der weißen sternförmigen, strahligen Figuren in der versilberten Hornhaut, und noch viel mehr gilt dies von anderen bindegewebigen Häuten, z. B. der Mb. nictitans des Frosches, in welcher es mühelos gelingt, durch Arg. nitr. ein schönes anastomosierendes Netzwerk weißer Figuren mit sternförmigen Knotenpunkten zum Vorschein zu bringen, während doch die fixen Körperchen der Nickhaut zum bei weitem größten Teil eine spindelartige oder selbst rundliche Form mit nur kurzen Ausläufern zeigen. Dies, zusammengehalten mit den Ergebnissen der Recklinghausenschen künstlichen Injektionen des Bindegewebes[2]) halte ich bis auf weiteres genügend, um seine Interpretation annehmbar erscheinen zu lassen, und ich erkenne hiernach keine Schwierigkeit, jenes Phänomen der Wanderung von Lymphkörpern in der Hornhaut und im Bindegewebe überhaupt zu begreifen, ein Phänomen, dessen Tatsächlichkeit übrigens auch diejenigen nicht bestreiten können und in der Tat auch nicht bestreiten, welche der Recklinghausenschen Doktrin ihre Zustimmung versagen.

Für eine empfindlichere Lücke in dem Gang der Untersuchung sehe ich es jedenfalls an, daß es mir nicht geglückt ist, diese Versuche, die Eiterzellen in der entzündeten Hornhaut durch Farbstoff kenntlich zu machen, auch an Kaninchen auszuführen. Nicht als ob es nicht gelänge, einen unlöslichen Farbstoff ohne Störung in die Zirkulation zu bringen: das frisch gefällte Anilinblau ist vielmehr so feinkörnig, daß es mit der größten Leichtigkeit die Lungenkapillaren passiert, und die Tiere eine Injektion von 10—12 ccm und darüber von aufgeschwemmtem Anilinblau in die V. jugularis ohne allen Nachteil vertragen. Nichts destoweniger aber habe ich niemals, mochte ich an demselben Tage [26] oder später nach der Injektion die Keratitis erzeugen, ein blaue Körnchen enthaltendes Eiterkörperchen in der Hornhaut gefunden, und ebensowenig habe ich in einem Tropfen Blutes weiße Blutkörperchen mit Farbstoffpartikeln

1) Vgl. F. Schweigger-Seidel, die Behandlung der tierischen Gewebe mit Arg. nitr. Aus den Berichten der Kgl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Math.-Physik. Klasse. 1866. S. 329.

2) Die Lymphgefäße. S. 73.

gesehen. Es erklärt sich dies aber aus dem bemerkenswerten Umstande, daß sehr bald nach der Einspritzung der gesamte Farbstoff in den Kapillaren der Leber festgehalten wird. Dies geschieht, wie ich bereits oben angedeutet habe, schon beim Frosch, obwohl niemals in dem Grade, wie beim Kaninchen, wo dadurch ganz vollständige, natürliche blaue Injektionen des Kapillarsystems der Leber entstehen können, während gleichzeitig die sämtlichen übrigen Blutgefässe des Körpers kein einziges Farbstoffkörnchen enthalten. Es wird diese Tatsache ohne Zweifel auf der großen Langsamkeit des Blutstromes in der Leber beruhen; wenigstens sehe ich nicht ab, auf was anderes dieselbe zurückzuführen sei. Sei dem aber wie ihm wolle, immerhin wird man bei dieser Sachlage aus dem Mißlingen der Experimente an Säugetieren kein Recht herleiten können, den Schlüssen entgegenzutreten, zu welchen die positiven Ergebnisse der Froschversuche uns berechtigten.

Als ich im Laufe der Untersuchung bis zu diesem Punkte gelangt war, war es natürlich sofort klar, daß dieselbe in einem gefäßlosen Gewebe, wie die Cornea, nicht weitergeführt werden konnte. Das Arbeitsterrain mußte fortan ein gefäßhaltiges sein, und ich verlegte dasselbe daher in das Mesenterium des Frosches. Als wesentliches Hilfsmittel bei allen weiteren Versuchen diente mir das Curare. Die Dosis, welche den Tieren subkutan beigebracht wurde, war so gering, daß es $1^1/_2$ bis 2 Stunden bedurfte, bis sie völlig regungslos wurden, und andererseits gewöhnlich nach zirka 48 Stunden die Bewegungsfähigkeit wiederkehrte: eine Zeit, die für die meisten Versuche und Beobachtungen sich als vollständig ausreichend erwies, die aber natürlich durch erneute Injektion sehr kleiner Dosen Curare beliebig verlängert werden konnte. Eine so geringe Menge Curare hat, wie bekannt, keinerlei Einfluß auf die Zirkulation; ebenso gedeihen alle Entzündungen vortrefflich bei curarisierten Individuen, eine traumatische Hornhautentzündung verläuft bei denselben in keiner Weise anders, als bei nicht curarisierten, und ich will nur beiläufig erwähnen, daß jene Keratitisversuche mit Injektion farbiger Flüssigkeit in die [27] Blutgefäße alle an Tieren ausgeführt wurden, welche durch Curare regungslos gemacht waren. Eine Entzündung des Mesenteriums, d. i. eine Peritonitis, zu erregen gelingt aber auf mancherlei Art; schon wenn man einen kleinen Wattebausch in die Bauchhöhle des Frosches bringt, entsteht eine allerdings nur leichte Entzündung; heftiger ist der Effekt, wenn man das Mesenterium und den Darm in der Bauchhöhle mit Kanthariden-

tinktur bestreicht oder eine Stelle desselben energisch mit dem Lapis tuschiert. Das bei weitem bequemste Mittel aber zur Erzeugung der Peritonitis ist, den Darm mitsamt dem Mesenterium aus der Bauchhöhle herauszuziehen und ihn der Luft ausgesetzt, bloß liegen zu lassen. An dem freiliegenden Darm und Gekröse sieht man ziemlich rasch eine Hyperämie sich entwickeln, die Gefäße zeigen eine allmählich immer zunehmende, strotzende Füllung, die sich an dem Darm selbst als eine dichte, gleichmäßige Rötung kundgibt; weiterhin, nach Verlauf etlicher Stunden, lagert sich über dem Ganzen ein anfangs leichter, allmählich immer dichterer, trüber Hauch, sodaß die einzelnen Gefäße nur noch verwaschen und undeutlich zu erkennen sind. Endlich nach 15—18, auch wohl erst 24, selbst 36 Stunden ist das Mesenterium und der Darm ganz überzogen von einer weichen, mattgraulichen, auch wohl gelblichgrauen, dünnen und etwas klebrigen Schicht, die sich ganz nach Art einer fibrinösen Pseudomembran in kleineren oder größeren zusammenhängenden Fetzen von jenem abziehen läßt, und wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, ganz aus dichtgedrängten kontraktilen Eiterzellen und sehr vereinzelten roten Blutkörperchen besteht, alles eingebettet in einem amorphen, ganz schwach körnigen, durch Essigsäure rasch und vollständig zu klärenden Material. Ganz der gleiche ist der Verlauf und das Produkt der Entzündung, welche nach den oben erwähnten Schädlichkeiten in der geschlossenen Bauchhöhle sich entwickelt. Niemand aber wird verkennen, daß der soeben geschilderte Prozeß vollkommen mit dem typischen Bilde einer Bauchfellentzündung mit fibrinös-eitrigem Exsudate übereinstimmt, daß wir mithin eine legitime Peritonitis vor uns haben, „wie sie im Buche steht."

Um nun die mikroskopische Beobachtung des ganzen Vorganges in der bequemsten und möglichst fehlerfreien Weise zu ermöglichen, verfuhr ich folgendermaßen. Einem männlichen [28] Frosche — mit Rücksicht auf den Eierstock habe ich nur solche zu diesen Experimenten verwendet — wurde durch eine durch Haut und Muskulatur geführte Inzision in der linken Seite, wo die Leber am wenigsten stört, die Bauchhöhle eröffnet und die etwa eintretende geringe Blutung durch einen kalten Schwamm sogleich zum Stehen gebracht. Alsdann wurde derselbe rücklings auf ein Objektglas gelagert, das groß genug war, um das Tier der ganzen Länge nach auszubreiten; auf diesem Glase hatte ich mit Kanadabalsam eine kreisrunde Glas-

scheibe von 12 mm Durchmesser und $1^1/_2$ mm Dicke aufgekittet, welche ringsum von einem schmalen, 1 mm dicken, gleichfalls mittelst Kanadabalsam befestigten Korkring umgeben war. Jetzt wurde der Darm mit Gekröse zur Inzisionswunde hinausgezogen, zunächst auf dem Bauche des Frosches selber platt ausgebreitet und dann rasch über jene Scheibe hinüber geschlagen, der Art, daß das Mesenterium auf der Scheibe selbst ruhte, während der Darm auf den umgebenden Korkring fiel und hier mittelst kleiner Stecknadeln festgesteckt werden konnte.[1]) Bei einiger Übung kann man dies so rasch ausführen, daß keine halbe Minute vergeht von dem Augenblick des Hervorziehens des Darms bis zu seiner Lagerung und Befestigung. Dabei fließt kein Tropfen Blutes, und nichts kann, falls man sauber hantiert, die Reinlichkeit des Präparates im Geringsten beeinträchtigen. Das so hergestellte Objekt kann man nun ohne weiteres, insbesondere ohne Deckglas, sofort unter das Mikroskop bringen, oder wessen Seele besonders deckglasbedürftig empfindet, wie W. Krause's in Göttingen[2]), der mag das Mesenterium mit einem kreisförmigen, leichten Deckgläschen bedecken, das zwar den Gang des ganzen Prozesses zuweilen etwas zu verlangsamen scheint, jedoch in keiner irgendwie wesentlichen Weise auf denselben einwirkt. Als Vergrößerungen bediente ich mich, abge[29]sehen natürlich von der ersten Orientierung, gewöhnlich für die übersichtlicheren Verhältnisse einer von 180, für das Studium des Details von 300, 400, 450 (Oc. 3, Syst. 5, 7 und 8 von Hartnack), aber man kann auch ohne Nachteil in einzelnen Fällen ein Immersionssystem anwenden. Dafür braucht man gewöhnlich keinerlei Sorge zu tragen, daß das Objekt hinreichend feucht erhalten bleibe; denn falls man nur frisch gefangene, kräftige Exemplare gebraucht, so sorgen diese selbst für die nötige Transsudation, und es genügt, der Haut des Tieres selbst immer einiges Wasser durch aufgelegte Schwämme oder dergleichen zuzuführen, um sicher zu sein, daß der bloßgelegte Darm und das Mesenterium nicht

1) Es empfiehlt sich diese Befestigung des Darms deshalb, weil ohne sie durch den Reiz der Luft bald peristaltische Bewegungen desselben beginnen, die alsdann die Beobachtung in hohem Grade störende Faltungen und Runzelungen des Mesenterium in ihrem Gefolge haben. Ich brauche übrigens wohl nicht erst ausdrücklich zu bemerken, daß ich mich natürlich zuvor versichert habe, daß die Befestigung des Darms keinerlei Einfluß hat auf den Ablauf der entzündlichen Erscheinungen.

2) Vgl. Schmidts Jahrbücher. 1867. Heft 4.

eintrockne; schlimmsten Falls kann man ja auch von Zeit zu Zeit einen Tropfen Jodserum dem Präparate zusetzen. Endlich sei es mir noch gestattet darauf aufmerksam zu machen, daß, wie mich eine vielfältige Vergleichung gelehrt hat, die Peritonitis mit allen Phasen zwar in ganz gleichartigem Modus, aber um vieles rascher und energischer bei der R. temporaria abläuft, als der Esculenta, ohne daß ich einen Grund für diese Differenz beizubringen wüßte.

In dem in der soeben beschriebenen Weise hergerichteten Präparat erscheint nun die Substanz des Mesenterium selbst als ein blasses Gewebe, dem durch die Gegenwart zahlloser, blasser leicht welliger und lockiger Fasern der unverkennbare Charakter des fibrillären Bindegewebes aufgedrückt wird. Zwischen diesen eigentlichen Bindegewebsfasern bemerkt man einesteils noch eine, im ganzen sparsame Zahl von sehr feinen, sich vielfach durchkreuzenden elastischen Fasern, und zweitens markhaltige und marklose Nerven, welche zum Teil recht breite Stämmchen bilden, zum Teil aber in äußerst schmale und sehr schwer wahrnehmbare Fasern übergehen, deren Verfolgung für unsere Aufgabe ohne Interesse ist. Alsdann fallen von vornherein überall zahlreiche Kerne auf, und zwar erstens rundliche, ziemlich große und etwas körnig aussehende, welche in annähernd regelmäßigen Abständen gegen einander verteilt sind: dies sind, wie der Zusatz eines Tropfens einer $^1/_4$—$^1/_2$ prozentigen Silberlösung zeigt, Kerne des das Mesenterium überziehenden einschichtigen Plattenepithels; und zweitens etwas stärker glänzende, schmälere aber längere Kernformen von Spindelgestalt, welche weniger regelmäßig verteilt zwischen, bezw. unter [30] denen liegen, und zweifelsohne dem Bindegewebe selber angehören. Von einem Zellprotoplasma sieht man in frischem Zustande um diese Kerne nur äußerst undeutliche Umrisse, ich will jedoch sogleich hervorheben, daß durch Goldchlorid, auch gewöhnlich schon durch Färbung mit Jodlösung ein wenig Zellsubstanz hauptsächlich an den Polen der Kerne zum Vorschein kommt, so daß wir hier spindelförmige, aber wenig entwickelte Bindegewebszellen vor uns haben. Außer diesen stößt man nur auf vereinzelte wandernde, lymphkörperartige Elemente im Gewebe; sollten ihrer einmal drei oder vier beisammen liegen, so ist dies gewöhnlich in der Nähe eines kleinen Gefäßes. Als eine mir nicht ganz verständliche Erscheinung, für die ich bei der Ecsulenta nie eine Analogie gesehen, will ich bei der Tem-

poraria noch gewisse Reihen zelliger Elemente verzeichnen, von denen einzelne Kapillaren und meist kleine Arterien und Venen zu beiden Seiten begleitet werden; diese Körper markieren sich sehr deutlich durch ein sehr grobkörniges Protoplasma, so wie häufig durch gelbliche, ölartige Tropfen in ihrem Innern; ich habe dieselben ihre Gestalt, niemals aber ihren Ort verändern sehen, und ich würde deshalb am ehesten geneigt sein, sie als eigentümlich modifizierte fixe Bindegewebskörperchen anzusprechen, vielleicht als primitive Andeutung jener Fettgewebsmassen, welche bei den höheren Wirbeltieren so gewöhnlich die Gefäße umgeben.

Vor allem am meisten aber wird die Aufmerksamkeit des Beobachters gefesselt durch die Blutgefäße. Bekanntlich gehen beim Frosch, ganz ähnlich wie bei den Säugetieren, eine Anzahl relativ großer Arterien radienartig von der Wurzel des Gekröses zu dem Darm hinüber, um noch vor demselben durch Abgabe seitlicher, mit einander konfluierender Äste ein System flacher, der Ansatzlinie des Mesenterium an den Darm entlang verlaufender Arkaden entstehen zu lassen, aus denen die zahlreichen arteriellen Gefäße direkt in den Darm hinübertreten. Die von diesem zurückkehrenden Venen sammeln sich z. T. unter Vermittelung analoger venöser Arkaden in eine Anzahl gleichfalls großer Stämme, die gleichfalls radienartig der Wurzel des Gekröses zustreben und sich hier sukzessive in einen Hauptstamm vereinigen. Von den arteriellen Arkaden treten aber auch einzelne Äste nach rückwärts, gegen die Mesenteriumwurzel, und verteilen sich, nach kürzerem [31] oder längerem Verlaufe, in relativ weitmaschige, im Mesenterium sich ausbreitende Kapillarnetze, aus denen sich meist kleine besondere Venen sammeln, die an irgend einer Stelle in eine der größeren, radiär gerichteten Venen einmünden. Auf diese Weise resultiert der besondere Charakter der Gefäßverteilung im Mesenterium gegenüber der in anderen Körperteilen: es gibt hier eine relativ große Zahl mächtiger arterieller und venöser Stämme, während die schwächeren Zweige, sowie die Kapillaren nur in geringer Menge sich vorfinden; immerhin aber gibt es doch alle Arten von Gefäßen, und man darf daher vor Lücken in der Beobachtung unbesorgt sein. Übrigens braucht es wohl nicht erst erwähnt zu werden, daß bei den einzelnen Froschindividuen mannigfache Schwankungen in der Anordnung der einzelnen Gefäße vorkommen; bald sieht man die Mehrzahl paarweise, eine Arterie neben einer Vene an-

geordnet, ein anderes Mal laufen gerade die meisten einzeln und ungesellig, u. dgl. mehr. Was endlich die vielbesprochene Frage der die Gefäße umgebenden Lymphräume betrifft, so sieht man allerdings in frischem Zustande manche größere Gefäße von ziemlich breiten hellen Räumen eingescheidet, die gegen das übrige Mesenterialgewebe deutlich abgesetzt erscheinen, indes habe ich dies keineswegs an allen, sogar nie an den kleineren, arteriellen, venösen oder kapillären Gefäßen wahrgenommen, und jedenfalls hat sich im weiteren Verlaufe der Untersuchung nichts herausgestellt, was für ein unterschiedliches Verhalten dieser Räume im Vergleich mit dem übrigen Mesenterialgewebe sprechen konnte. Wichtiger aber als alles dies sind die Verhältnisse der Zirkulation, zu deren Betrachtung wir jetzt uns wenden wollen.

Indem ich aber einesteils an diesem Orte die Details des Kreislaufs selbstverständlich nur vom Standpunkte der mikroskopischen Analyse behandeln will, andererseits die normalen Verhältnisse als bekannt voraussetzen kann, darf ich mich darauf beschränken, in der Kürze die Punkte hervorzuheben, welche mir als die maßgebenden und charakteristischen für die einzelnen Abschnitte des Gefäßsystems erscheinen. In dem rasch ausgebreiteten und unter das Mikroskop gebrachten Mesenterium sind, wie dies mit unseren allgemeinen Erfahrungen übereinstimmt, konstant die Arterien schmäler, als die Venen, und zwar läßt sich dies so [32] wohl an nebeneinander paarweise verlaufenden Gefäßen, als auch den einzeln gelegenen durchgängig konstatieren. Um beispielsweise einige Maße anzuführen, so habe ich an verschiedenen Individuen bestimmt den Durchmesser von Arterien und Venen 0,15 und 0,18 mm; 0,14 und 0,17; 0,18 und 0,22; 0,14 und 0,20; 0,20 und 0,26 mm, d. h. die Weite der Venen beträgt darnach mindestens um ein Sechsteil, kann aber auch um die Hälfte mehr betragen, als die der Arterien. Was aber den Blutstrom in letzteren anlangt, so ist derselbe durch vier Punkte gekennzeichnet. Erstens durch die Richtung, welche im Mesenterium von der Wurzel gegen den Darm gerichtet ist; zweitens durch die große Geschwindigkeit, welche es durchaus unmöglich macht, in dem Strom ein einzelnes Körperchen zu unterscheiden; drittens durch jenen eigentümlichen Charakter des Stroms, auf welchen zuerst Weber[1])

---

1) Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol. 1837. S. 267.

die Aufmerksamkeit gelenkt hat, und welchen man seitdem mit dem Namen des Axenstroms zu belegen gewohnt ist. Es füllt eben bekanntlich die rote Blutsäule das Lumen des Gefäßes nicht vollständig aus, sondern auf beiden Seiten bleibt zwischen ihr und der inneren Kontur der Gefäßwand ein ungefärbter Saum von wechselnder, im allgemeinen aber ungefähr 0,01 mm messender Breite, in welchem man niemals ein rotes Blutkörperchen, äußerst selten auf kurze Weile ein farbloses auftauchen sieht, und in dem daher lediglich Plasma fließt. Das vierte und bei weitem auffallendste Kennzeichen des arteriellen Stroms ist endlich die Pulsation. Selbst in sehr kleinen Arterien erkennt man noch jede Systole des Herzens, und zwar, wie dies schon von Anderen, z. B. von Donders, ganz richtig hervorgehoben ist, weniger an einer etwaigen Ausdehnung des Gefäßes, als an der rhytmischen Beschleunigung und Verlangsamung des Blutstroms[1]; es ist, als ob die Blutsäule immer einen kräftigen Stoß bekomme, der sie von neuem fortreißt.

Von den hier aufgeführten Gesichtspunkten aus betrachtet, verhält sich nun die Zirkulation in den Venen in folgender Weise. Die Richtung ist die der arteriellen entgegengesetzte, vom Darm gegen die Wurzel des Gekröses. Die Stromgeschwindigkeit ist er[33]heblich geringer, als in den Arterien, man beginnt von den einzelnen Blutkörperchen eben verwaschene Umrisse zu erkennen. Alsdann hat auch hier der Strom zwar einen axialen Charakter; indes für einmal ist die Breite des ungefärbten Saums gewöhnlich etwas geringer, ganz besonders aber zeichnet es den letzteren in den Venen aus, daß hier regelmäßig von Zeit zu Zeit einzelne farblose Blutkörperchen in ihm erschienen, welche langsam vorrücken, auch wohl einmal eine kurze Zeit ganz still stehen, dann wieder weiter geschoben werden u. s. f.; man kann eine Vene nicht zwei bis drei Minuten beobachten, ohne daß nicht wenigstens 8—10 farblose Körperchen das Gesichtsfeld passierten. Von einer Pulsation, einer stoßweisen Bewegung endlich ist natürlich in den Venen gar nichts zu sehen, die Strömung ist eine ganz gleichartige, kontinuierliche.

Von beiden abweichend und in jeder Beziehung unregelmäßig und schwankend stellen sich weiterhin die Kapillaren dar. Es gibt im Mesenterium deren, die weit genug sind, um

---

1) Vgl. Donders Physiologie, übers. v. Theile. 2. Aufl. S. 131.

bequem ein rotes und farbloses, selbst zwei rote Blutkörperchen neben einander durchpassieren zu lassen, während andere gleichzeitig nur Raum für ein einziges bieten, sämtlich durch ihren histologischen Bau als echte Kapillaren charakterisiert. Auch die Richtung des Stroms ist keine völlig konstante, im allgemeinen zwar von den Arterien zu den Venen, aber häufig genug stockt hier und da in einem Zweig auf kürzere oder längere Zeit die Bewegung ganz, ein ander Mal kann die Richtung selbst auf Strecken komplet umschlagen u. dgl. m. So ist auch die Geschwindigkeit eine sehr ungleiche; immer wohl ist sie so gering, daß man ohne weiteres die einzelnen Körperchen erkennen kann, bald aber bewegen dieselben sich in einem Kapillarzweige kontinuierlich fort, bald, wie gesagt, tritt ein zeitweiser Stillstand ein, der zuweilen nur die farblosen, zuweilen aber auch in gleicher Weise die roten trifft. Dabei verdient aber entschieden hervorgehoben zu werden, daß man ganz unzweifelhaft den Eindruck erhält, als werden die farblosen Körperchen stets langsamer fortgeschoben, als die gefärbten. Weiter aber ist es bei der Enge der Kapillaren selbstverständlich, daß in ihnen ein besonderer Axenstrom sich nicht markieren kann, die Körperchen berühren überall die Wand, die roten ebenso wie die farblosen. Endlich ist bekanntlich schon [34] in den Haarröhrchen keinerlei Andeutung der Pulsation mehr erhalten.

Aber in dieser Weise, wie ich sie soeben zu schildern versucht habe und wie man sie füglich als die physiologische, normale bezeichnen darf, erhalten sich die Gefäße und der Kreislauf am bloßgelegten Mesenterium nicht lange, und gar oft würde die Zeit, welche auf die Darstellung verwendet wurde, hinreichen, um dieselbe nicht mehr als getreu erscheinen zu lassen. Denn sehr rasch entwickelt sich eine Reihe von Veränderungen, deren Endprodukt die eben beschriebene Exsudatschicht ist, und welche ich jetzt den Leser bitten will, im Einzelnen mit mir zu verfolgen. Dabei will ich aber von vornherein betonen, daß nicht bloß, wie bereits oben angedeutet, der ganze Vorgang in sehr verschiedener Zeit sich entwickeln kann, sondern daß auch die einzelnen Stadien des Prozesses von sehr wechselnder Dauer sind; bei dem einen Frosch vergehen wohl acht Stunden, bis eine Phase sich ausbildet, die bei einem zweiten schon in drei eingetreten, und während einmal irgend ein Stadium in einer Stunde abläuft, bedarf es dazu vielleicht

deren vier bei einem andern anscheinend gleich kräftigen und gleich großen Individuum. Aber wie ungleich auch immer die Zeitdauer der einzelnen Phasen bemessen sein mag, immer gehen dieselben in einer bestimmten Reihenfolge vor sich, in der wir sie im folgenden betrachten wollen.

Das Erste nämlich, was geschieht, ist eine Erweiterung der Arterien. Sofort nach der Bloßlegung des Mesenteriums pflegt, ohne daß eine etwa vorhergehende Verengerung sich konstatieren läßt[1]), die Dilatation der Arterien zu beginnen, so daß sie bereits nach 10—15 Minuten eine sehr ausgesprochene sein kann. Von da ab nimmt sie stetig, mit höchstens ganz kleinen und kurzen Intermissionen und Remissionen, zu und hat gewöhnlich schon nach ein bis zwei Stunden ihren Höhepunkt erreicht, auf dem sie sich nun während des ganzen Prozesses erhält oder höchstens um einige Hundertstel eines Millimeter von ihm wieder abfällt. Der Gesammteffekt dieser Erweiterung kann [35] einen sehr hohen Grad erreichen; so ist nichts häufiger, als daß man eine Arterie von 0,14 im Durchmesser auf 0,22, eine von 0,15 auf 0,24 steigen sieht; ich habe aber auch an einer Arterie, die anfangs 0,15 maß, bereits nach 45 Minuten die Weite auf 0,31, und an einer anderen von 0,14 binnen einer Stunde auf 0,35 mm bestimmt; auf mehr als das Doppelte des ursprünglichen Durchmessers kann demnach eine Arterie sich erweitern. Dazu kommt noch eines. Während anfangs sämmtliche Arterien gerade gestreckt oder mit nur ganz leichten Krümmungen verlaufen, treten konstant an sehr vielen im bloßliegenden Mesenterium die bedeutendsten Schlängelungen auf, und da dies eben nur auf einer Verlängerung des Gefäßes beruht, so mag man daraus ableiten, um wie vieles der Rauminhalt einer dilatierten und zugleich geschlängelten Arterie zugenommen hat. Übrigens ist die Erweiterung der arteriellen Gefäße, mögen sie noch gestreckt oder geschlängelt verlaufen, soweit sie bloßliegen, durchgehends eine gleichmäßige; nur in vereinzelten Fällen trifft man bei der Durchmusterung des Präparats mitten im Verlaufe einer Arterie plötzlich auf eine Stelle, die der Art verengt ist, daß das Lumen vielleicht nur den dritten Teil desjenigen beträgt, welches das Gefäß

---

1) Man müßte denn die oben geschilderte Beschaffenheit der Arterien gleich nach der Bloßlegung selbst als Effekt einer sogleich erfolgten Verengerung ansehen wollen, wogegen aber die dann zu statuierende rapide Geschwindigkeit der Kontraktion sprechen würde.

gleich hinter dieser Stelle zeigt; dicht vor derselben, nach dem Herzen zu, stößt man dann fast regelmäßig auf eine gleichfalls zirkumskripte Stelle, wo die Arterie im gerade entgegengesetzten Sinne ungewöhnlich erweitert ist, bis auf das Doppelte vielleicht des unmittelbar vorher befindlichen Abschnittes. Ich kann nicht sagen, worauf diese Unregelmäßigkeiten, die man auch wohl, ohne bemerkbare Veranlassung unter seinen Augen sich entwickeln sieht, und welche Stunden lang anhalten können, zurückzuführen sind; wir werden jedoch weiter unten noch einmal genötigt sein darauf zurückzukommen, weil sich an solchen Stellen abweichende und recht instruktive Verhältnisse ausbilden können.

Auf die Dilatation der Arterien folgt eine gleiche in den Venen, indes in sehr viel langsamerer Weise, und ganz regelmäßig gibt es im Laufe des Prozesses ein Stadium, in welchem die Venen von den Arterien an Weite übertroffen werden. Jedoch, was in der Raschheit des Vorganges hier fehlt, das wird um so gewisser in der Größe und schließlichen Ausdehnung desselben ersetzt, und nach einiger Frist kommt endlich doch immer das ursprüngliche [36] gegenseitige Verhältnis wieder annähernd zur Geltung. In meinen Aufzeichnungen finde ich u. a. eine Vene von ursprünglich 0,16 in 3 Stunden gestiegen auf 0,24, eine andere von 0,17 auf 0,29, eine von 0,13 in vier Stunden auf 0,28, eine von 0,21 auf 0,44 mm; auch hier kann, wie man sieht, das Doppelte des anfänglichen Lumens erreicht, ja überstiegen werden. Dabei sieht man in den um vieles dehnbareren Venen Schlängelungen und Krümmungen niemals auftreten, auch partielle Verengerungen und Erweiterungen entsinne ich mich nicht gesehen zu haben, jedenfalls nie auch nur annähernd in der Weise, wie bei den Arterien. Was aber die Beschaffenheit der Gefäßwände in den erweiterten Gefäßen anlangt, so ist der einzige Unterschied, welchen sie gegen das ursprüngliche Aussehen bieten, daß sie etwas schmäler erscheinen; sonst aber bilden sie nach wie vor ein auf dem optischen Längsschnitte längsfaseriges Gewebe, an den Arterien ganz wie bei den Venen, höchstens ein wenig dicker. — Die Kapillaren endlich und die an ihnen vorgehenden Veränderungen empfiehlt es sich, weiter unten im Zusammenhange zu betrachten.

In derselben Zeit aber, während diese Erweiterung der Gefäße sich entwickelt, erfährt auch die Geschwindigkeit des

Blutstroms in ihnen Veränderungen, zunächst schwankender Art. In einigen Gefäßen, gleichviel ob Arterien, ob Venen, tritt von Anfang an mit fortgehender Dilatation eine Verlangsamung des Blutstroms ein, in anderen sieht man dagegen keinerlei Wechsel in der Geschwindigkeit, und in noch anderen glaubt man sogar eine Beschleunigung zu bemerken, obwohl diese begreiflicher Weise sehr schwer mit Sicherheit festzustellen ist. Aber noch auffallendere Schwankungen kommen vor. Man kann in einem Gefäße, dessen Blutstrom bereits eine ausgesprochene Verlangsamung erlitten, von neuem eine erhebliche Zunahme der Geschwindigkeit beobachten, ohne daß damit eine merkbare Verengerung des Gefäßlumens einherginge. Indessen so wechselnd dennoch anfangs diese Verhältnisse sein mögen, immer und ausnahmslos entwickelt sich, sobald die Dilatation der Gefäße eine Weile lang, ein, zwei Stunden vielleicht, angehalten, eine Herabsetzung der Stromgeschwindigkeit in ihnen. Mikroskopisch gibt sich diese Verlangsamung des Blutstroms dadurch kund, daß man hinfort die einzelnen Blutkörperchen in ihren Konturen unterscheiden kann, [37] ohne Schwierigkeit gewöhnlich schon in den Arterien, vollends ganz sicher in den Venen, wo ohnehin die Stromgeschwindigkeit von vornherein eine geringere war. Um vieles evidenter wird jetzt auch der optische Effekt der Pulsation in den Arterien. Wenn man eine Stelle in einer Arterie anhaltend fixiert, so ist es als ob die mit der vorhergehenden Welle herangeschwemmte Blutmasse jetzt ruhig ausfließen wolle, bis plötzlich ein neuer, gewaltiger Stoß sie erfaßt und sie unwiederbringlich dahinreißt. Und noch eines ist anders geworden, der Blutstrom hat den axialen Charakter eingebüßt. Man sieht nicht mehr zu beiden Seiten der roten Blutsäule eine ungefärbte, körperchenlose Plasmaschicht, sondern die Blutmasse füllt das ganze Lumen des Gefäßes aus, und die Körperchen erreichen überall die innere Kontur der Gefäßwand. Dabei ist es aber schon an den Arterien ganz unverkennbar, daß gerade die farblosen Körperchen der Gefäßwand zustreben; an der scheinbar ausfließenden Welle, in dem Augenblick der größten Verlangsamung des Blutstroms, sieht man gerade in der Peripherie der ganzen Blutsäule die weißen Blutkörperchen auf die Gefäßwand zurollen, gleich als wollten sie dort zur Ruhe kommen, wenn nicht die neue Welle sie unbarmherzig fortstieße. Das ist aber, mit Ausnahme der oben erwähnten, erst später genauer zu betrachtenden

Stellen, auch alles, was man weiterhin an den Arterien wahrnehmen kann, und wir haben daher um so besser Muße, unsere ungeteilte Aufmerksamkeit zunächst den Venen zuzuwenden.

Denn in diesen beginnt alsbald, langsam und unter den Augen des Beobachters, ein überaus charakteristisches Verhältnis sich auszubilden; die peripherische Zone des Blutstroms, die ursprüngliche Plasmaschicht füllt sich mit zahllosen farblosen Blutkörperchen. In der Richtung von den Kapillaren rücken in langsamer, zuweilen etwas ruckweiser Bewegung einzelne weiße Körperchen ins Gesichtsfeld, um alsbald an irgend einem Punkte der Gefäßwand zur Ruhe zu kommen, dauernd oder vielleicht nur erst auf eine gewisse Zeit, nach der sie noch einmal eine kurze Strecke fortgeführt werden können. Immer größer aber wird allmählich die Menge der Zellen, die sich in der Randschicht anhäufen und zu den, von den Kapillaren hervorgeschobenen kommen hier und da noch einzelne, die aus dem zentralen Blutstrom auftauchen und gleichfalls an der [38] Wand sich lagern. Der endliche Effekt dieses Vorganges ist, daß nach kürzerer oder längerer Frist die gesammte Randzone des Gefäßes ausgefüllt ist von farblosen Körperchen, so daß man auf dem optischen Längsschnitt eine einfache, fast ununterbrochene Reihe kugliger, weißer Blutkörperchen, entlang der inneren Kontur der Gefäßwand sieht, während bei der Hebung des Tubus, wenn man auf die obere Wand des Gefäßes einstellt, eine Art Pflaster dichtgedrängter farbloser Zellen die Wand überlagert. Es ist, so zu sagen, ein einschichtiger, aber vollständiger Wall unbewegter, weißer Körperchen, der rings in der ganzen Peripherie das Gefäß austapeziert, und wenn einmal, wie dies nicht selten vorkommt, eine Lücke in diesen Wall gerissen wird, dadurch daß einzelne der Körperchen vom Blutstrome mit ergriffen und fortgezogen werden, so wird dieselbe alsbald wieder von nachrückenden Ankömmlingen ausgefüllt. Innerhalb dieses Walles aber fließt mit gleichmäßiger Geschwindigkeit die rote Blutsäule dahin, ohne daß je ein gefärbtes Körperchen sich aus dem Zusammenhange mit den anderen löste, und ich kenne keinen Gegensatz, der ausgeprägter sein könnte, als der zwischen der kontinuierlich strömenden roten zentralen Säule und der ruhenden Randschicht ungefärbter Körperchen.

Nicht lange aber hält dieser Zustand an, so wird das beobachtende Auge gefesselt durch einen sehr unerwarteten

Vorgang. An der äußeren Kontur der Venenwand entstehen einzelne kleine, farblose, knopfförmige Erhebungen, gleich als triebe die Gefäßwand selber buckelartige Auswüchse. Diese Auswüchse werden langsam und ganz allmählich größer, nach einiger Zeit scheint außen auf dem Gefäße eine Halbkugel zu liegen von der Größe etwa eines halben weißen Blutkörperchens, weiterhin verwandelt sich die Halbkugel in ein birnförmiges Gebilde, das mit dem angeschwollenen Ende von dem Gefäße abgekehrt ist und mit dem zugespitzten in der Wand des letzteren wurzelt. Jetzt beginnen von dem Umfang des birnförmigen Körperchens feine Fortsätze und Zacken auszustrahlen und während bisher die ganze Kontur eine mehr oder weniger abgerundete war, nimmt jenes jetzt sehr mannigfaltige Gestalten an. Vor allem aber entfernt sich die Hauptmasse des Körperchens, das angeschwollene, zackig gewordene Ende, immer mehr von der Gefäßwand, indem das zugeschärfte [39] Ende sich allmählich in einen immer längeren, feinen Stiel auszieht, den ich bis 0,05, ja 0,07 mm Länge habe erreichen sehen. Endlich aber löst sich dieser Stiel von dem Punkte der Wand, in dem er bisher festgesessen, und wir haben jetzt ein farbloses, etwas glänzendes, kontraktiles Körperchen vor uns mit einigen kurzen und einem sehr langen Ausläufer, dessen Größe völlig übereinstimmt mit der eines weißen Blutkörperchens, in dem man nicht selten schon bei irgend einer Gestaltsveränderung im frischen Zustande, jedenfalls nach Behandlung mit Reagentien, einen oder mehrere Kerne wahrnimmt und welches mithin in keiner Weise sich unterscheidet von einem farblosen Blutkörperchen selbst.

Es gehört aber ein nicht geringer Grad von Selbstüberwindung und entsagender Beschränkung dazu, den Blick unverweilt auf diesem einen Punkt ruhen zu lassen. Denn während der immerhin langen Zeit, die von der ersten buckelartigen Hervortreibung bis zur Loslösung des Körperchens vergeht — es kann sich dieser Prozeß über eine Zeit von mehr als zwei Stunden ausdehnen, oft allerdings auch viel rascher ablaufen, hat sich an vielen anderen Stellen der Gefäßwand eine große Anzahl anderer farbloser Körperchen hervorgeschoben, und wenn man einen Augenblick das Auge über den ganzen im Gesichtsfeld liegenden Abschnitt der Vene hingleiten läßt, so bekommt man nebeneinander alle die Stadien zu Gesichte, welche man soeben hintereinander an dem einen Körperchen sich hatte ab-

wickeln sehen. Kleinere und etwas größere buckelartige Auswüchse, birnförmige Elemente, mit kürzerem oder längerem Stiele in der Gefäßwand festwurzelnd, alles sieht man gleichzeitig in wechselnder Menge vor sich; von den langgestielten Körperchen liegen einige vollkommen ruhig, andere aber gewähren das sehr eigentümliche Schauspiel, daß sie mit dem angeschwollenen Ende, ihrer eigentlichen Körpermasse, kleine schaukelnde, pendelartige Bewegungen machen, während der Stiel festhaftet. Allmählich wird aber die Zahl der hervortretenden farblosen Körperchen größer und größer und drei bis vier Stunden etwa, nachdem die erste Anschwellung an der Außenseite der Vene sich gezeigt, ist dieselbe rings umgeben von einem zwar einfachen aber dichten Ring solcher Körperchen, die gleich starrenden Pfählen um sie aufgepflanzt sind. Und noch einige Stunden später, so ist es nicht mehr eine einfache Schicht farb- [40] loser Körperchen, welche das Gefäß rings umschließt, sondern ein wahrer Wald, ein Schwarm derselben breitet sich auf allen Seiten aus, 4, 6 und mehr aufeinander folgende Reihen unregelmäßig, aber dicht stehender Körperchen folgen von innen nach außen aufeinander, die Körperchen der innersten Reihe in der oben beschriebenen Weise mit kürzeren oder längeren Stielen in der Gefäßwand festhaftend, die der zunächst nach außen folgenden Reihen noch sehr deutlich gewöhnlich durch die langausgezogenen, gegen die Vene gerichteten Fortsätze charakterisiert, die in den äußeren Reihen immer kürzer werden, so daß man schließlich nichts anderes sieht, als die gewöhnlichen, so wechselnden Gestalten kontraktiler Blut- oder Eiterkörperchen. In einigen Stunden, sagte ich; doch nach dem eben Vorausgeschickten ist dies cum grano salis zu verstehen. Denn in dem ganzen Vorgange der Entzündung gibt es keine Phase, die unregelmäßiger abliefe, als eben dies Hervortreten farbloser Körperchen am äußeren Umfang der Venen; während ich bei einzelnen Individuen, besonders von Temporaria, bereits 3—4 Stunden nach der Bloßlegung des Mesenterium dasselbe beobachtet, sind bei anderen 12, ja 15 Stunden und darüber vergangen, ohne daß auch nur leise Anfänge deutlich wurden; und nicht bloß bei verschiedenen Individuen zeigt sich solche Ungleichheit, sondern sogar bei einem und demselben Frosche kann man eine bestimmte Vene bereits ein oder zwei Stunden im Auge behalten, ohne daß der Gefäßkontur die geringste Veränderung zeigt, und es genügt

vielleicht, das Präparat um einen oder ein paar Millimeter zu verschieben, um sofort auf ein anderes Gefäß zu stoßen, das bereits ganz von seinem Körperchenring umschlossen ist. Während dieses allmählichen und mit der Zeit immer stärkeren Hervortretens farbloser Körperchen am äußeren Umfang des Gefäßes, das ich, wie ich noch bemerken will, an sämmtlichen im Gekröse verlaufenden Venen, von den kleinsten bis zu den Hauptstämmen, beobachtet habe, erhält sich im Innern derselben der vorher ausgebildete und oben eingehender beschriebene Zustand ganz unverändert; nach wie vor lagert in der inneren Randschicht eine einfache, ununterbrochene Lage weißer Blutkörperchen, innerhalb deren der rote Strom kontinuierlich dahin fließt. Nicht überflüssig dürfte es endlich sein, noch ausdrücklich hervorzuheben, daß niemals zwischen [41] den an der Außenwand des Gefäßes hervorgetretenen farblosen Körperchen auch nur ein einziges rotes Blutkörperchen zum Vorschein kommt.

Diese einzige Tatsache wird genügen, um mich gegen den etwaigen Verdacht einer so groben Täuschung zu schützen, es könnten jene, außen um die Vene sich anhäufenden Körperchen, sei es von der Ferne her herangeschwemmt, sei es durch eine Verletzung des Gefäßes selber hinausgelangt sein. In der Tat wird, wie ich annehmen darf, meine obige Schilderung, so unvollkommen sie auch den merkwürdigen Vorgang wiedergeben mag, doch schon in jedem Unbefangenen die Überzeugung geweckt haben, daß es sich hier um ein Hervordringen farbloser Blutkörperchen aus dem Innern der Vene durch die intakte Gefäßwand hindurch nach außen handelt. Daß die außen sich anhäufenden Körperchen identisch sind mit den farblosen Elementen des Blutes, das ist nach den aufgeführten Kennzeichen derselben selbstverständlich; aber nur durch die soeben gegebene Deutung ist es, wie mir scheint, möglich, alle Details des Vorganges zu erklären. Nichts Evidenteres vollends kann es geben, als die Verfolgung des letzteren an solchen Tieren, denen man mittels der früher auseinandergesetzten Verfahren einen Teil der weißen Blutkörperchen mit Farbstoffkörnchen imprägniert hat; wiederholt habe ich hier gesehen, wie ein Körnchen von Anilinblau führendes Körperchen zuerst sich ruhig an einem Punkte der Gefäßwand festlegte, wie dann nach einiger Zeit der beschriebene Buckel am äußeren Gefäßkontur zum Vorschein kam, der allmählich wuchs und

wuchs, bald auch einzelne blaue Körnchen zeigte, und wie schließlich ein mit diesen erfülltes kontraktiles farbloses Körperchen mit einem langen Stiel in der Venenwand festsaß, während jetzt an der entsprechenden Stelle im Innern des Gefäßes eine gewöhnliche, farbstoffkörnchenbare weiße Blutzelle lag. Wenn aber bei den größeren Venen, wegen der relativ zu bedeutenden Dicke ihrer Wandung, es bei der Profilansicht, die doch allein entscheidend sein kann, kaum möglich sein dürfte, den letzten und unanfechtbarsten Beweis zu führen, daß man nämlich ein und dasselbe Blutkörperchen gleichzeitig halb außen und halb innen an der Gefäßwand wahrnimmt, [42] so gelingt dies um so sicherer an den kleinen Venen und ganz besonders an den Kapillaren.

Wir haben in dem Gange unserer Darstellung die letzteren bisher ganz bei Seite gelassen, es erscheint daher an der Zeit, auch ihnen jetzt unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Um dieselbe Zeit, als zuerst die Arterien und später die Venen so bedeutend sich erweiterten, sind auch die Kapillaren, welche anfangs oft nur als ganz blasse Streifen, in denen relativ wenige und häufig ganz vereinzelte Blutkörperchen sich fortschoben, wahrgenommen wurden, um vieles deutlicher und auffälliger geworden. So nahe es aber auch nach dem Vorausgeschickten liegt, auch dies auf eine Dilatation der Haarröhrchen zu beziehen, so unterstützen doch die Messungen eine solche Deutung nur wenig; allerdings werden auch die Kapillaren weiter, aber ich habe die Zunahme des Durchmessers gewöhnlich nur ein Sechsteil, nie mehr als ein Viertel betragen sehen; und es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, daß jener Schein einer Erweiterung wesentlich nur auf einer stärkeren und dichteren Füllung der Kapillaren mit Blutkörperchen beruht. Beiläufig will ich hier bemerken, daß ich spontane Verengerungen und Erweiterungen von Kapillaren, wie sie Stricker an der ausgeschnittenen Nickhaut des Frosches beobachtet hat[1]), im ausgebreiteten Mesenterium niemals wahrgenommen habe, ohne daß ich natürlich deshalb behaupten möchte, daß dieselben nicht vorkommen könnten; für den Vorgang, der uns beschäftigt, scheinen sie jedenfalls unerheblich. Was aber den Blutstrom in den Kapillaren des längere Zeit bloßliegenden Gekröses be-

1) Wien. akad. Sitzungsber. Math.-naturw. Cl. 2. Abtlg. LI. 16—26 u. LII. 379—394.

trifft, so zeigt er in Bezug auf Richtung, Geschwindigkeit und Gleichmäßigkeit ganz dieselben Schwankungen, wie in normalen Verhältnissen. Es gibt etliche Kapillaren, in denen mit unveränderlicher Geschwindigkeit, in durchaus gleichartiger Richtung und Regelmäßigkeit die Blutkörperchen sich fortbewegen, rote und weiße durcheinander, letztere nur, wie bereits früher bemerkt, gewöhnlich etwas langsamer, so daß auch wohl einmal eines kurze Zeit an der Wand kleben bleibt und in retardierten Etappen fortgeschoben wird. In anderen Kapillaren dagegen [43] wird allmählich die Bewegung der Blutkörperchen eine immer verzögertere, ja sie kann endlich ganz still stehen, so daß dann das Haarröhrchen auf kürzere oder längere Strecken vollgestopft ist von unbewegten roten und farblosen Blutkörperchen, von denen allerdings, wo beide Arten beisammen liegen, die letzteren gewöhnlich die Randschicht einnehmen. Dieser Stillstand, oder um mich des klassischen Ausdruckes zu bedienen, diese Stase kann stundenlang anhalten, bis sie durch einen mehr oder weniger plötzlichen Impuls wieder gelöst wird, die Körperchen wieder in Fluß geraten[1]. Endlich gibt es noch ein, sozusagen Mittelglied zwischen jenem kontinuierlichen Strom und dieser Stase; in einigen besonders der weiteren Kapillaren sieht man nicht selten eine ruhende und eine strömende Schicht. Es kann die erstere die ganze Peripherie, die Randzone, inne halten, während dann im Zentrum noch Körperchen sich fortbewegen, ebenso gut aber kann eine ganze dem einen Gefäßkontur angrenzende Hälfte des Lumens nur unbewegte Körperchen enthalten, während in der anderen Hälfte ein kontinuierlicher, rascherer oder langsamer Strom fortgeht. Dabei will ich aber ausdrücklich betonen, daß die ruhende Schicht keineswegs, wie bei den Venen, nur farblose Elemente enthält, sondern ebensowohl können zwischen diesen auch rote unbewegt der Gefäßwand anliegen.

---

1) Von dieser Stase, die jeden Augenblick wieder rückgängig werden kann, ist natürlich sorgfältig zu unterscheiden ein anderer Zustand, den ich wiederholt in einzelnen oberflächlich gelegenen Kapillaren sich habe entwickeln sehen, wenn das Mesenterium nicht feucht genug erhalten war. Auch hier ist im Gefäße völlige Ruhe, aber zugleich sind die Konturen der roten Blutkörperchen verloren gegangen, der Farbstoff derselben ist diffundiert und der ganze Inhalt der Kapillare erscheint gleichmäßig rotgefärbt, endlich werden die Kerne der Blutkörperchen deutlicher. Solch ein Stillstand kann niemals wieder rückgängig werden, die Blutkörperchen sind hier tot, zerstört, wie es scheint, als Effekt der Verdunstung.

Ganz entsprechend diesen Ungleichheiten entwickelt sich nun der weitere Vorgang in sehr wechselnder Weise. An denjenigen Kapillaren, in denen der Blutstrom kontinuierlich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit fortgeht, tritt keinerlei Veränderung ein; man mag dieselben so viele Stunden lang beobachten, als man will, nie wird man die leiseste Änderung in der Reinheit des Zentrums und in dem ganzen Habitus des Gefäßes wahrnehmen, so lange eben die [44] Blutbewegung regelmäßig andauert. Überall dagegen, wo ein einigermaßen anhaltender, sei es vollständiger, sei es partieller Stillstand sich etabliert hat, da beginnen auch in kurzer Zeit neue Zustände sich zu entwickeln. Das erste, was man an solchen Stellen beobachtet, ist, daß die bisher kugligen farblosen Blutkörperchen Formveränderungen zeigen, die mehr oder weniger rasch und mehr oder weniger ausgiebig sein können, immer aber den bekannten Charakter der amöboiden Bewegungen zeigen. Von da ab währt es denn nicht lange, daß man an einer Stelle, wo innen in der Kapillare ein weißes Körperchen liegt, außen am Gefäßkontur eine kleine buckelartige Erhebung oder auch wohl einen feinen stachelartigen Auswuchs sieht, der allmählich größer und größer wird, und schließlich, ganz wie bei den Venen, in ein farbloses Körperchen sich verwandelt, das nur noch mittels eines langausgezogenen Stieles mit der Kapillarwand zusammenhängt, um im weiteren Verlaufe sich völlig davon abzulösen. Während dieses oft sehr langsam sich abwickelnden Vorganges bekommt man garnicht selten jenes Bild zu Gesicht, das auch den letzten Zweifel in der Deutung desselben verscheuchen muß, das Bild eines Körperchens nämlich, das mit einem Teile seiner Substanz noch innerhalb, mit dem anderen bereits außerhalb der Kapillarwand gelegen ist.

Aber in den Haarröhrchen sind es nicht bloß, wie in den Venen, farblose Blutkörperchen, welche das Innere des Gefäßes verlassen, sondern auch rote gelangen hier durch die Wand hindurch nach außen. Während das Auge vielleicht noch an einer Gruppe von farblosen Zellen hängt, welche mehr oder weniger vollständig die Kapillarwand durchbrochen haben und nun in der bekannten, oben geschilderten Weise das Gefäß umstarren, fällt mit einem Male zwischen jenen außen am Gefäßkontur ein rundliches Körperchen auf, das durch die gelbe oder gelbgrüne charakteristische Hämoglobinfarbe sofort sich als Teil eines roten Blutkörperchens kundgibt. Dieser gefärbten

Partikel findet man dann, wenn man die Kapillaren durchmustert, gar nicht wenige; sie haben wechselnde Größe und Gestalt, bald sind sie kaum halb so groß, wie der Kern eines roten Blutkörperchens, bald übertreffen sie diesen an Volumen, bald erreichen sie selbst die Größe eines halben roten Blutkörperchens; und während die [45] kleineren von ihnen alle ganz oder annähernd kuglig erscheinen, stellen die größeren sich oft als der Fläche nach gebogene Scheiben dar. Nicht einen Augenblick aber kann man im Zweifel sein, daß alle diese Partikel wirklich Teile roter Blutkörperchen sind; denn ganz gewöhnlich sieht man genau an der entsprechenden Stelle im Innern der Kapillare die übrige, meistens den Kern enthaltende Masse des Körperchens, welche mit jenen äußeren Partikeln durch einen schmalen, von der Kapillarwand umschlossenen Hals in Verbindung steht. Man sieht, es sind dies Bilder, wie sie auch Stricker in abgeschnittenen Stücken von Froschlarvenschwänzen erhalten und in der zweiten, oben zitierten Abhandlung beschrieben hat; die Blutkörperchen erscheinen, wie durch die Gefäßwand hindurchgezwängt und von letzterer in Wespentaillenform eingeschnürt. Und in dieser unglücklichen Situation habe ich die Blutkörperchen Stunden lang verharren gesehen! Vollends, wenn nun die Stase in der betreffenden Kapillare sich gerade wieder löst, der Blutstrom von neuem in Fluß gerät, so bekommt man oft genug das kuriose Schauspiel, daß der innerhalb des Gefäßes befindliche Teil des so eingezwängten Körperchens unaufhörlich von den vorüberrollenden roten und weißen Blutkörperchen gepeitscht und in pendelnde Bewegung versetzt wird, während der außerhalb gelegene die ungestörteste Ruhe bewahrt. Aber noch kläglicher kann es ihnen ergehen. Wenn, wie es ja zuweilen geschieht, in einer bisher im Zustande der Stase gewesenen Kapillare plötzlich die Strömung wieder beginnt, so habe ich mehrmals gesehen, wie die innere (dann gewöhnlich größere) Hälfte eines eingezwängten Blutkörperchens mit einem Schlage von der äußeren abgerissen und nun das verstümmelte, sich aber zweifelsohne sogleich wieder in Scheibenform legende Element fortgeschwemmt wurde. Merkwürdiger Weise aber sieht man zuweilen solche Amputation auch ohne jene plötzliche Einwirkung; gerade bei ganz allmählicher Wiederherstellung der Strömung habe ich gleichfalls die Abtrennung des inneren Körperchenteils vom äußeren gesehen, gleich als wenn die sich zusammenschließende Kapillarwand selber das

Körperchen zerschnitte. Indes ereilt doch nicht alle eingezwängten Blutkörperchen ein so trauriges Geschick, vielmehr gelingt es etlichen, mit heiler Haut und unversehrt die Gefäßwand zu passieren. Ich habe dies zu zwei Malen mit relativ großer [46] Geschwindigkeit vor sich gehen sehen; durch eine, sonst in keiner Weise auffällige Stelle der Wand einer Kapillare schlüpften hintereinander eines, dann ein zweites und ein drittes rotes Blutkörperchen hindurch und hinter ihnen schloß sich die Wand, ohne auch nur noch einem einzigen der hurtig fließenden Körperchen den Durchtritt zu gestatten. Doch scheint dies nicht die Regel zu sein. Denn ganz überwiegend häufig beobachtet man, wie ein Körperchen, von dem anfangs nur ein ganz kleines Partikelchen außen war, vielleicht eine Stunde später schon zur Hälfte außerhalb der Wand liegt, und wieder vielleicht eine Stunde später findet man an derselben Stelle außen am Kapillargefäß ein ganzes, intaktes rotes Blutkörperchen, während von dem eingezwängten nichts mehr zu sehen ist. So kommt es denn, daß 12—18—24 Stunden nach der Bloßlegung des Mesenterium eine große Menge der Kapillaren rings umgeben sind von dichten Ringen körperlicher Elemente, von denen die Mehrzahl farblose, kontraktile Zellen, die Minderzahl rote Körperchen sind, und zwar 1) gewöhnliche, unversehrte kernhaltige Blutscheiben und 2) kleinere kuglige oder elliptische, kernlose und anscheinend homogene Körperchen, letztere ohne Zweifel die Rudimente der in der geschilderten Weise verstümmelten Blutscheiben. Eine so allgemein gehaltene Zeitangabe ist man in der Tat zu machen genötigt, weil begreiflicher Weise bei der großen Inkonstanz und Unregelmäßigkeit der ganzen Vorgänge im Kapillarsystem die einzelnen Phasen derselben sich jeder, auch nur annähernden Zeitbestimmung entziehen [1]).

Nachdem wir uns jetzt die Prozesse, welche an den Gefäßen der Reihe nach ablaufen, in ihren Details vorgeführt haben, wird es zweckmäßig und dem Leser erwünscht sein, den Gang

1) Ich habe, nach längerem Schwanken, auf die Abbildung der geschilderten Vorgänge ganz verzichtet, für einmal weil die Bilder mit solcher Leichtigkeit und Sicherheit zu gewinnen sind, daß sie gewiß niemandem, der nach meinen Vorschlägen verfährt, entgehen können, hauptsächlich aber, weil Vorgänge, wie diese, welche jeden Moment wechseln, Vorwurf einer Zeichnung nicht sein, eine Wiedergabe daher bloß hätte falsche Vorstellungen in ihrem Gefolge haben können.

unserer Schilderung an dieser Stelle auf eine kurze Zeit zu unterbrechen, um zuvor jene merkwürdigen Vorgänge, soweit es angeht, einer erklärenden Analyse zu unterziehen. Bei diesem Versuche [47] aber stoßen wir sofort auf ein Hindernis, das sich nicht ganz ohne Zuhilfenahme einer Hypothese beseitigen läßt. Worauf nämlich, so fragt es sich, beruht die Dilatation der Gefäße, der Arterien wie der Venen? Vor allem auf einer Lähmung ihrer Muskeln, so müssen wir ohne Zweifel statuieren, so lange wenigstens das anatomische Substrat erweiternder Vorrichtungen nicht besser festgestellt ist, als bisher. Diese Lähmung aber kann eine direkte sein, im vorliegenden Falle vielleicht durch den Einfluß der Luft, sie kann indes ebensowohl auf reflektorischem Wege, durch Vermittelung etwaiger sensibler Nervenfasern zustande gekommen sein. Zwischen diesen beiden Erklärungsweisen zu entscheiden, sehe ich bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse und bei dem Mangel maßgebender Versuche, die auch ich nicht angestellt habe, vor der Hand keine Möglichkeit, und wir müssen daher diese erste Frage zum Teil ungelöst lassen, eine Frage, deren Bedeutung übrigens weniger für den uns speziell beschäftigenden Fall, als bei der Übertragung der hier gewonnenen Resultate auf die Lehre von dem Entzündungsprozeß ganz im allgemeinen hervortritt. — Verzichten wir aber hiernach auf die volle Aufklärung dieses ersten Vorganges, so stellt sich weiterhin der zweite als ein um vieles einfacherer dar. Denn die Erweiterung der Gefäße kann an sich, wie das wohl zuerst von Brücke klar gezeigt worden ist[1]), sowohl von einer Beschleunigung, als von einer Verlangsamung des Blutstroms in ihnen begleitet sein. Die mit der Dilatation der Arterien einhergehende Verringerung des Widerstandes muß der ersteren, die Vergrößerung des Strombettes dagegen der letzteren zugute kommen. A priori ist in der Tat nicht zu konstruieren, welches der beiden Motive das stärkere sein wird, und nur die direkte Beobachtung kann hier maßgebend sein. Diese aber entscheidet, wie oben auseinandergesetzt, dahin, daß, sobald die Dilatation eine gewisse Dauer gewonnen, nur noch das verlangsamende Moment zur Geltung kommt. Wir stocken daher erst wieder bei dem dritten Punkte, den ich allerdings für vielleicht den schwierigsten in der ganzen Aufgabe halte, nämlich dem Nachweise, woher es komme, daß die

1) Arch. f. physolog. Heilkunde. IX. Jahrg. 1850. S. 493.

farblosen Blutkörperchen sich mit solcher Konstanz [48] in der Randzone der venösen Gefäße anhäufen. Um aber diesem Umstande einigermaßen beizukommen, erscheint es nötig, vorerst die normalen Verhältnisse von diesem Gesichtspunkte aus einer Erörterung zu unterziehen.

Wir haben bereits oben gesehen, wie auch während des normalen Kreislaufs in der von roten Blutkörperchen freien, Plasma führenden Randschicht der Venen regelmäßig einzelne farblose Blutkörperchen erscheinen und mit langsamer Geschwindigkeit fortgeschoben werden. Für dieses eigentümliche Verhältnis sind verschiedene Erklärungen beigebracht worden. Man hat den farblosen Blutkörperchen eine besondere Klebrigkeit vindiziert, durch welche sie der Gefäßwand mit einiger Zähigkeit anhaften sollten, man hat ferner gerade den gefärbten Blutkörperchen eine gewisse Attraktion zu einander zugeschrieben, welche die weißen zwinge, das Feld zu räumen und sich auf die Seite zu flüchten, man hat endlich in der größeren, zwar nicht spezifischen, aber absoluten Schwere der — doch nur bei den Säugetieren größeren! — weißen Blutkörperchen den Grund dafür gesucht. Indessen keine dieser Annahmen kann, wie eine genauere Erwägung der Verhältnisse sogleich zeigt, als genügend angesehen werden; und ich selbst kenne nur eine Erklärung, welche, soweit ich sehe, ziemlich allen Anforderungen gerecht wird, d. i. diejenige, welche Donders darüber aufgestellt hat[1]. Darnach wird, da nach der Achse des Gefäßes hin die Stromgeschwindigkeit zunimmt, das kuglige weiße Blutkörperchen in seiner der Achse zunächst befindlichen Hälfte von einem rascheren Strome getroffen, als in der von jener abgewendeten; das Körperchen erfährt daher nicht bloß eine Fortbewegung in der direkten Stromesrichtung, sondern zugleich eine Achsendrehung, unter welchen beiden es, wie unschwer einzusehen, schließlich gegen die Peripherie des Gefäßes hin bewegt werden muß. Die abgeplattete Gestalt der roten Blutkörperchen dagegen, welche, wie man sich aufs Evidenteste beim Frosche überzeugen kann, immer mit dem Längsdurchmesser parallel der Gefäßachse sich fortbewegen, bringt es mit sich, daß an ihnen der Strom immer gleichzeitig nur eine sehr schmale Kante trifft, mithin eine Achsendrehung nicht einzutreten braucht. Nur [49] auf diese Weise wird, wie mir scheint, auch die

1) Physiologie, übers. v. Theile. 2. Aufl. S. 135.

Tatsache verständlich, daß auch in den größeren Venen, die aus dem Zusammenfluß kleinerer sich bilden, immer sogleich die farblosen Blutkörperchen die Randschicht aufsuchen und innehalten. Daß übrigens auch in den Arterien die weißen Blutkörperchen mit Vorliebe der Wand sich anschließen, mithin aus dem Verhalten des arteriellen Blutstromes ein Einwand gegen die Donderssche Hypothese nicht hergeleitet werden kann, das ergibt sich einesteils daraus, daß, wie oben erwähnt, auch in ihnen ab und zu ein farbloses Körperchen in der peripherischen Plasmaschicht erscheint, ganz besonders aber aus dem gleichfalls oben geschilderten Verhalten bei verbreitertem und in Folge dessen verlangsamtem Blutstrom. Hier, wo es eben möglich ist, die einzelnen Körperchen besser zu erkennen, sieht man im Momente des quasi Ausfließens einer Welle gerade die weißen Blutkörperchen alle in der Peripherie, und nur der immer erneute Pulsstoß ist der augenscheinliche Grund, weshalb das Phänomen sich hier nicht in der Regelmäßigkeit ausbildet, wie in dem kontinuierlich fließenden Venenstrom.

Wenn man diese Anschauungen festhält, so läßt sich das uns beschäftigende Phänomen der Anhäufung der weißen Blutkörperchen in der Randschicht der venösen Gefäße in, wie mir scheint, ziemlich plausibler Weise deuten. Es ist vor allem die Herabsetzung der Stromgeschwindigkeit, in der die Ursache gesucht werden muß. Denn natürlich muß sich dieselbe gerade in der Randschicht, in der ohnehin der Strom am langsamsten fließt, am stärksten geltend machen, und infolgedessen können die farblosen Körperchen, welche vorher in kurzen, verzögerten Bewegungen fortgeschoben wurden, leicht ganz zur Ruhe kommen und liegen bleiben. Indem nun aber fortwährend mit jeder Systole eine neue Quantität Blutes mit roten und weißen Blutkörperchen in die Kapillaren und von da aus in die Venen hineingetrieben wird, so werden zwar die roten in freilich etwas verlangsamtem, indes doch kontinuierlichem Strome fortgeführt, die farblosen aber, von denen dies und jenes, und dann wieder eines und allmählich immer mehr an der Wand liegen bleiben, müssen schließlich in dem gesamten Gebiet der dilatierten Venen in der Randschicht sich ansammeln. In der Tat sieht man, wie es oben beschrie[50]ben ist, immer neue Körperchen in der Richtung von den Kapillaren her die Gefäßwand entlang in das Gesichtsfeld vorrücken, um sich sukzessive hier anzuhäufen; und es bilden diese bereits von vornherein in der Randschicht selbst

befindlichen und in dieser herangeschwemmten Zellen die ganz überwiegend große Majorität, gegenüber denen, welche aus dem Innern des Gefäßes hervortauchen und erst unter den Augen in die Randschicht sich hineinbegeben. Von den letzteren bleibt allerdings nichts weiter übrig, als anzunehmen, daß es verschleppte Nachzügler sind, die aus irgend einem Grunde in den axialen Gegenden der Vene zurückgehalten worden und jetzt erst die Möglichkeit gewonnen hatten, frei den eigenen Bewegungsimpulsen zu folgen.

Zugunsten der vorstehend entwickelten Auffassung spricht in, wie mir scheint, beachtenswerter Weise das Verhalten jener eigentümlichen Stellen in den Arterien, deren Betrachtung wir uns bis zu einem späteren Augenblicke verschoben hatten. Es waren dies, wie der Leser sich erinnern wird, Stellen, an denen sich, ohne erkennbare äußere Ursache, das Lumen der Arterie in sehr beträchtlichem Maße verengerte, während unmittelbar vor demselben, nach dem Herzen zu, meistens das Gefäß eine gleichfalls nur lokale, sehr erhebliche Erweiterung zeigte; und ich habe auch schon oben angeführt, daß diese Unregelmäßigkeiten sehr lange andauern und vielleicht erst nach mehreren Stunden, scheinbar ebenso grundlos, wie sie gekommen, verschwinden können. In diesem beschränkten Bezirk einer plötzlich eintretenden und endenden, dabei so bedeutenden Dilatation erleidet begreiflicher Weise der Blutstrom eine ganz gewaltige Verlangsamung; auf das Bequemste erkennt man gewöhnlich die einzelnen Körperchen, und wiederholt habe ich die Bewegung in diesem Abschnitte der Arterie augenscheinlich langsamer gesehen, als selbst in einer benachbarten Vene. Und während überall sonst in der Arterie die Pulsation, wie wir gesehen, der ruhigen Lagerung von Zellen in der Randschicht im Wege ist, darf man in eben diesem Abschnitt, in welchem auch, aus naheliegenden Gründen, der Pulseffekt nur zu sehr geringer Geltung kommen kann, falls nur die Verengerung bezw. Erweiterung lange genug anhält, mit Sicherheit darauf rechnen, daß nach einiger Zeit die weißen Blutkörperchen sich in [51] der Randschicht ansammeln. Zwar pflegt die Anhäufung gewöhnlich nicht eine so dichte und gleichmäßige zu werden, wie in den Venen, indes habe ich doch bisweilen ein nahezu vollständiges Lager farbloser Zellen die innere Wand der Arterie in diesem Bezirke austapezieren gesehen. Soviel ich urteilen kann, erklärt sich dies recht gut aus der oben vorgetragenen Überlegung, die mithin, wie gesagt, wieder darin ihre Stütze findet.

Die Vorgänge in den Kapillaren, mit der im allgemeinen größeren und dichteren Anhäufung von Blutkörperchen in ihnen und den im einzelnen so bedeutenden Schwankungen in der Stromgeschwindigkeit, der Verteilung der Körperchen in ihnen u. dgl. m., wie es oben eingehender zu schildern versucht wurde, alle diese Verhältnisse, sage ich, erklären sich so einfach und ohne Schwierigkeit vor allem aus den gleichzeitigen Zuständen der arteriellen und venösen Gefäße, daß es überflüssig erscheint, bei ihrer Betrachtung des längeren zu verweilen. Somit wären wir denn bei derjenigen Frage angelangt, welche ohne Zweifel in der ganzen Untersuchung am meisten geeignet ist, jedermanns Interesse zu fesseln, nämlich der Frage: auf welche Weise kommen die Blutkörperchen aus den Gefäßen heraus? oder um dieselbe sogleich in die zwei aufzulösen, aus welchen sie in Wahrheit sich zusammensetzt, auf welchem Wege und durch welche Kraft gelangen die Körperchen durch die Gefäßwand hindurch ins Freie? Denn, um unsere Aufmerksamkeit sogleich dem ersten Teil der Frage zuzuwenden, darüber wird, nach den weiter oben beigebrachten Erörterungen, der Leser mit mir übereinstimmender Meinung sein, daß präformierte Wege, kanälchenartige Räume in der Gefäßwand vorhanden sein müssen, durch welche die Blutkörperchen nach außen vordringen, und schwerlich wird jemand den Gedanken in sich aufsteigen lassen, daß farblose Blutkörperchen imstande seien, eine solide, ganz geschlossene Wand zu durchbrechen. Erwägen wir aber unter diesem Gesichtspunkte den anatomischen Bau der Gefäßwände, so ergibt sich sogleich, daß die wesentliche Substanz aller drei eigentlichen Gefäßhäute eine bindegewebige ist. Adventitia und Intima bestehen bekanntlich ganz aus Bindegewebe, aber auch in der Media sind ja die glatten Muskelfasern nur in eine bindegewebige Grundlage, sozusagen eingebettet, wenn wir wenigstens von den Ar[52]terien kleineren und mittleren Kalibers absehen, in denen allerdings die Muskelfasern so dicht stehen und so bedeutend entwickelt sind, daß sie unzweifelhaft den ganz überwiegenden Anteil, das Hauptkonstituens der Media ausmachen; indes wir dürfen ja diese Gefäße, ebenso wie die mit dem mächtig entwickelten Lager elastischen Gewebes in ihrer Wand ohne Gefahr bei unserer Betrachtung beiseite lassen, da, wie wir gesehen, aus den Arterien überhaupt ein Austritt von Körperchen nicht statt hat. Wenn somit die Hauptmasse der Gefäßwandung überall sonst bindegewebiger Natur ist, so sind unsere Erfahrungen

über die Möglichkeit der Fortbewegung von Lymphkörperchen in diesem Gewebe viel zu gesichert, um hier noch irgendwelcher Schwierigkeit Raum zu lassen; es bleibt vielmehr lediglich noch die einfache Lage platter Epithelien übrig, welche die innerste Fläche der Intima in Arterien und Venen überzieht, und der, nach der Untersuchung der letzten Jahre, ja auch die Kapillarwand zugerechnet werden muß.[1]) Von den epithelialen Häuten, insbesondere den einschichtigen, haben uns aber die Arbeiten von Recklinghausen, Oedmanson u. a. ja auch gelehrt, daß sie keine kontinuierliche, geschlossene Membranen bilden, sondern daß sich in ihnen konstant rundliche oder mehr elliptische Öffnungen, von ihnen sogenannte „Stomata" vorfinden, von wechselnder Zahl und verschiedener, ohne Zweifel auch nach bestimmten [53] physiologischen Zuständen schwankender Größe. Daß nun solche Stomata auch im Gefäßepithel vorhanden sind, darüber gibt die Injektion einer Silberlösung sogleich die vollste Gewißheit. Nach einer solchen Injektion, zu der ich mich, bei Fröschen wie bei Kaninchen mit dem besten Erfolge einer wäßrigen Höllensteinlösung von $^1/_4$ pCt. Gehalt bediente, treten bekanntlich im ganzen Gefäßsystem haarscharfe, regelmäßig miteinander anastomosierende schwarze Linien auf, durch welche in Arterien, Kapillaren und Venen immer Felder abgegrenzt werden, in deren Mitte ein Epithelkern liegt. Diese Felder sind am schmalsten, dagegen relativ lang, daher ganz spindelförmig auf der arteriellen Seite, sie sind breiter und etwas kürzer, daher mehr rautenförmig, auf der venösen, überdies sind

1) Auf Grund einer großen Zahl von Silberinjektionen der Gefäße von Fröschen und Kaninchen, die ich gelegentlich der in Rede stehenden Untersuchung ausgeführt, kann ich in diesem für meine ganze Auffassung prinzipiell wichtigen Punkte mich nur mit voller Überzeugung für die von Auerbach, Aeby u. a. verteidigte Lehre vom Bau der Kapillaren aussprechen. Selbstverständlich bin ich nicht gewillt, die Richtigkeit der Bilder in Zweifel zu ziehen, welche Stricker und Federn als Effekt der Silberinjektion (in den Wien. akad. Sitzungsber. Math.-naturw. Cl. Bd. LIII) beschrieben und abgebildet haben, und zwar um so weniger, als ich durch die Güte der Herren Verf. persönlich Gelegenheit gehabt habe, mich von der Treue der Zeichnungen zu überzeugen. Indes geht hieraus meiner Meinung nach nur hervor, daß durch Arg. nitr. in Kapillaren zwei verschiedene Liniensysteme zum Vorschein kommen können, eines, welches in Gestalt geschlängelter Fäden, wie es scheint, das Gefäß umwindet, und ein zweites, das einer epithelialen Kittsubstanz entspricht; es muß die Aufgabe weiterer Untersuchung sein, die Bedingungen ausfindig zu machen, unter denen das eine oder das andere der Systeme durch Silber kenntlich gemacht wird.

die Konturen der arteriellen Epithelien mehr geradlinig, die der venösen dagegen leicht wellig; das Kapillarepithel hält zwischen beiden Formen die Mitte und den Übergang inne. Was aber sogleich gerade bei der saubersten Injektion auffällt, sind kleine schwarze Flecke oder auch kleine ungefärbte, aber von einer schwarzen Peripherie eingefaßte Kreise, durch welche die Linien der epithelialen Kittsubstanz sehr häufig unterbrochen sind, und zwar mit besonderer Vorliebe an Stellen, wo die Ecken mehrerer Zellen zusammenstoßen. Bei weitem am schärfsten und größten sind die Flecke, wenn die Füllung der Gefäße durch die Injektion eine recht pralle geworden, und die Gefäßwand in möglichster Glätte und faltenlos vor Augen liegt: ein Verhalten, das, wie mir scheint, gar sehr für die Auffassung jener Zeichnungen als Öffnungen, Lücken spricht. Hierauf beruht es auch ohne Zweifel, daß die Stomata immer in größter Zahl und Regelmäßigkeit in den Venen, demnächst in den Kapillaren, am schwächsten dagegen und in viel geringerer Menge in den Arterien zum Vorschein kommen, da eben die Venen, zumal wenn man die Injektionsmasse direkt in sie (z. B. von der Pfortader aus gegen den Darm) treibt, sich viel leichter und vollständiger schon bald nach dem Tode des Tieres, wo doch die Einspritzung ausgeführt werden muß, ausdehnen lassen. Hiernach darf das Vorhandensein von Öffnungen, kanälchenartigen Lücken in der Gefäßwand wohl für mehr als ein hypothetisches angesehen werden, und ich meinesteils zweifle nicht, daß auch für die einfachen Transsudationsvorgänge diese Kanälchen in Betracht [54] kommen dürften. Wenigstens in pathologischen Zuständen, welche mit einer Erweiterung der Gefäße einhergehen; denn es liegt auf der Hnad, daß jede Gefäßdilatation den Löchern muß zugute kommen, und daß mithin die so gewaltige Erweiterung, deren die Venen fähig sind, von dem erheblichsten Einfluß auf die Größe der Stomata sein muß, während bei so engen Röhren, wie den Kapillaren, auch eine relativ geringere Ausdehnung schon eine nicht zu unterschätzende Bedeutung haben kann.

Wenn somit der Weg klargestellt ist, auf welchem die Blutkörperchen durch die Gefäßwand hindurch nach außen dringen, so dürfen wir jetzt sofort an die Erwägung der Kräfte gehen, unter deren Einwirkung die Auswanderung zu Stande kommt. Was zunächst die farblosen Körperchen betrifft, welche ja für die Venen allein, für die Kapillaren wenigstens hauptsächlich mit in Betracht kommen, so wird hier die ganze Frage

von einem Gesetze beherrscht, dessen in der obigen Auseinandersetzung schon beiläufige Erwähnung geschehen, und das dahin geht, daß die weißen Blutkörperchen, so lange sie im ununterbrochenen Strome fortlaufen und unaufhörlich von andern Körperchen, roten wie farblosen, berührt und gestoßen werden, stets Kugelform innehalten, daß dagegen, sobald sie irgendwo auf längere Zeit in Ruhe kommen und höchstens von langsam und gleichmäßig fließendem Plasma umspült werden, in kurzer Frist amöboide Bewegungen an ihnen auftreten. Es kann an dieser Stelle auf eine theoretische Erörterung dieser durch die Beobachtung festgestellten Erfahrung verzichtet werden, und nur der flüchtige Hinweis auf die naheliegende, auch durch anderweitige Tatsachen gestützte und bereits von anderen, z. B. Kühne, M. Schultze usw., geäußerte Annahme mag gestattet sein, daß die Kugelform der größtmöglichen Kontraktion der Körperchen, dem, so zu sagen, Tetanus entspreche; jedenfalls, welche Bewandtnis auch immer es damit haben möge, die Gültigkeit des angeführten Gesetzes selber zu konstatieren, ist zu jeder Zeit sehr leicht. Im normalen Kreislauf werden begreiflicher Weise amöboide Bewegungen an den weißen Blutkörperchen nur in den Kapillaren zu Stande kommen können, und auch hier, wie man sich an der Froschschwimmhaut überzeugen kann, nur selten in erheblicherem Grade, da gewöhnlich die Stockungen [55] im Kapillarkreislauf zu kurze Zeit anzudauern pflegen, um der stärkern Entwickelung des Phänomens Raum zu geben. Anders aber in pathologischen Zuständen, im bloßliegenden Mesenterium. Schon oben, bei Gelegenheit der Schilderung der Vorgänge in den Kapillaren, habe ich hervorgehoben, daß in den ruhenden Schichten des kapillaren Blutstroms sehr bald energische Formveränderungen der farblosen Blutkörperchen sich einstellen; nicht weniger deutlich aber läßt sich dies an den Venen beobachten, sobald hier die weißen Körperchen in der Randschicht sich angehäuft haben und zur Ruhe gelangt sind. Man sieht dann von ihnen einen oder mehrere Fortsätze ausgehen, sie ziehen sich der Länge nach etwas aus, die vorher abgerundeten Konturen nehmen unregelmäßige und eckige Gestalt an u. dgl. m. So wenig aber auch von vornherein die Richtung der Fortsatzbildung eine bestimmte und vorgeschriebene ist, so ergibt sich doch aus einer einfachen Überlegung, daß der schließliche Effekt der amöboiden Bewegungen immer ein Eindringen in die Gefäß-

wand sein muß. Schon der zwar nicht erhebliche, aber doch immer positive Seitendruck wird zweifellos die Richtung der Formveränderungen in gewissem Grade beeinflussen; aber würden auch die Bewegungen in anderem Sinne eingeleitet werden, so können dieselben doch weder in seitlicher Richtung ein größeres Maß erreichen, weil hier ja alsbald die benachbarten farblosen Körperchen ein Hindernis entgegenstellen, und noch viel weniger in der Richtung gegen den zentralen Strom, da auch hier erstens die roten Körperchen ein Vorwärtsrücken nicht gestatten, überdies vermutlich das vorwitzige weiße Blutkörperchen alsbald vom Strome gefaßt und fortgezogen würde. Sonach bleibt allein die Möglichkeit des Vorschiebens der Fortsätze gegen diejenigen Stellen der Gefäßwand, wo der geringste oder kein Widerstand ihnen begegnet, und dies sind die Stomata und die Kanälchen des Bindegewebes, in welche die Körperchen mithin nach kürzeren oder längeren Irrfahrten immer hineingeraten müssen, um so jenen Ausmarsch anzutreten, als dessen Resultat wir die eigentümlichen Vorgänge am äußeren Kontur der Gefäßwand kennen gelernt haben.

So wohl es aber auch gelungen sein mag, bis hierher alle Vorgänge aus bekannten und feststehenden physiologischen Erfahrungen, ohne Zuhilfenahme einer unbewiesenen Annahme, zu erklä-[56]ren, so kann doch die soeben entwickelte Auffassung nicht für die roten Blutkörperchen genügen, von denen wir oben gesehen haben, daß auch sie die Wand der Kapillaren passieren. Denn den roten Blutkörperchen wohnt eine Kontraktilität, welche sie zu spontanen Formveränderungen befähigte, nicht inne, und alle Bewegungen, welche sie ausführen, müssen auf Impulse zurückgeführt werden, die von außen auf sie einwirken, dieselben sind passiver Natur. Indessen hat es doch, meiner Meinung nach, keine Schwierigkeit, das Motiv aufzudecken, welches die roten Körperchen aus den Gefäßen hinaustreibt. Es ist der gesteigerte Blutdruck. Denn es leuchtet ohne weiteres ein, daß, sobald die Arterien sich erweitern, in Folge der damit einhergehenden Verminderung des Widerstandes in ihnen, der Druck hinter ihnen, in den Kapillaren, in gleichem Maße zunehmen muß. Ob nun diese Steigerung des Blutdruckes erheblich genug werden kann, um die roten Körperchen durch die zwar etwas gedehnte, übrigens aber nicht weiter vorbereitete Kapillarwand hindurch zu pressen, das muß dahin gestellt bleiben; jedenfalls aber wird man ohne

besondere Skrupel dieselbe als dafür ausreichend ansehen dürfen, wenn zuvor durch emigrierte farblose Körperchen eine gewisse Erweiterung der Stomata, wie sie ja bei einer Haut von der Zartheit der Kapillarwand recht wohl gedacht werden kann, bewirkt worden ist. Und in der Tat sieht man rote Körperchen niemals die Gefäßwand durchbrechen, ohne daß zuvor weiße hindurchpassiert sind, und wenn man irgend wo ein ganzes rotes Blutkörperchen oder einen Teil desselben außerhalb der Kapillarwand antrifft, so kann man immer mit Sicherheit darauf rechnen, daß in der unmittelbaren Nähe auch einige farblose Zellen in dem Gewebe um die Kapillare liegen. Auf diese Weise erklärt es sich ferner, daß dem Austreten der Blutkörperchen aus den Kapillaren immer, wie oben eingehender beschrieben ist, ein Stadium partieller oder vollständiger Ruhe der Blutkörperchen in ihnen vorangehen muß, und wie andererseits aus Haarröhrchen, in denen der Blutstrom kontinuierlich und ununterbrochen fortgeht, niemals Körperchen hinausgelangen. Mit Rücksicht auf diese Erfahrungen fürchte ich auch nicht, daß jemand, entgegen meiner Darstellung, für die Vorgänge in den Venen dem Blutdruck eine größere Rolle zu vindizieren geneigt sein möchte, als diejenige ist, welche ich selbst [57] für ihn in Anspruch genommen; und zwar fürchte ich es um so weniger, als, aus bekannten Gründen, der Druck in den Venen schwerlich eine irgend wie nennenswerte Steigerung während all dieser Prozesse erfahren dürfte. Man wird demnach das Ergebnis all dieser Erwägungen dahin feststellen müssen, daß der wesentliche und dominierende Anteil an dem ganzen Ablauf der Erscheinungen der Kontraktilität der farblosen Blutkörperchen gebührt, und daß daneben, in zweiter Linie, für die roten Körperchen in den Capillaren der Blutdruck zur Geltung kommt.[1])

1) Ich habe, was der Leser gewiß mit Befriedigung wahrgenommen haben wird, es unterlassen, soweit es nicht eben das Verständnis und die Achtung vor dem Rechte anderer erforderte, meiner Darstellung durch eine Menge von Zitaten und daran geknüpfte Kritik eine ziemlich billige und doch etwas zweifelhafte Bereicherung zu geben. Indessen kann ich doch an dieser Stelle nicht umhin, wenigstens zweier von den älteren Autoren zu gedenken, sei es auch nur, um dem berühmten Ausspruche des alten Rabbi auch meinerseits die Ehre zu geben, welche ihm gerade in unserer Wissenschaft so reichlich gebührt. In erster Linie erinnere ich an Zimmermann, der, wie sich die älteren unter den Lesern wohl noch erinnern werden, mit der größten Lebhaftigkeit fortdauernd (vgl.

Wenn wir jetzt nach diesen Erörterungen, von denen ich bedaure, daß sie einen so großen Raum erfordert haben, den Faden der direkten Beobachtung des bloßliegenden Mesenteriums wieder aufnehmen, so ist es glücklicher Weise möglich, alles weitere in wenigen Worten kurz zusammenzufassen. Während an den Gefäßen alle die Vorgänge sich abgewickelt haben, die wir der Reihe nach in allen ihren Einzelheiten kennen gelernt haben, hat das übrige Gewebe des Mesenteriums in keiner Weise sich verändert. Die Grundsubstanz des Bindegewebes ist genau so durchsichtig wie vorher, die Kerne, die epithelialen sowohl wie die bindegewebigen, sind an derselben Stelle und in der gleichen Gestalt mit ungeminderter Klarheit und Deutlichkeit sichtbar, soweit sie nicht etwa von ausgetretenen Blutkörperchen verdeckt werden. Aber freilich sind es bald nur noch wenige Stellen, wo sie dem beobachtenden Auge ohne jedes Hindernis sich präsentieren; denn allmählich rücken die ausgewanderten Blutkörperchen, die in der ersten Zeit nach dem Beginn der Emigration lediglich in der nächsten Umgebung der Gefäße gelagert waren, immer weiter nach

---

Medizin. Zeitung des Vereins für Heilkunde in Preußen. Jahrg. 1852. S. 64, 144, 239) die Meinung verteidigte, alle zelligen Elemente in den entzündlichen Exsudaten und Infiltraten seien ursprünglich farblose Blutkörperchen gewesen: eine Meinung, die er freilich nur auf die unhaltbare und leicht zu widerlegende Hypothese stützen konnte, dieselben seien aus zerrissenen Kapillaren extravasiert. — Mit noch größerem Vergnügen aber zitiere ich eine Stelle aus William Addisons Consumption and scrophula (London 1849, p. 82), auf die Herr Professor Virchow die Güte hatte, mich aufmerksam zu machen: „During inflammation, so lautet wörtlich diese Stelle, using the word in the general sense here indicated — there is more or less marked increase of colourless elements and protoplasma in the parts affected. At first — in the first stage — these elements adhere but slightly along the inner margin or boundary of the nutrient vessels, and are therefore still within the influence of the circulating current; belonging, as it were, at this period, as much or rather to the blood, than to the fixed solid. Secondly — in the second stage — they are more firmly fixed in the walls of the vessels, and therefore now without the influence of the circulating current. Thirdly — in the third stage — new elements appear at the outer border of the vessels, where they add to the texture, form a new product, or are liberated as an excretion.“ Hinterher, nachdem zwei Dezennien unser Wissen mit einer Fülle der wichtigsten Tatsachen bereichert haben, ist es natürlich nicht schwer, die zum Teil etwas fremdartigen Deutungen und Schlüsse zu widerlegen, welche der Autor an seine Wahrnehmungen geknüpft hat; indes werden wir selbstverständlich deshalb nicht anstehen, der exakten und treuen Beobachtung an sich die vollste, ungeteilteste Anerkennung zu zollen.

außen, von den Gefäßen fort, während der Platz, den sie verlassen, alsbald von neuen Auswanderern eingenommen wird; und einige Stunden, nachdem der Ausmarsch in ergiebigerem Maße angefangen, ist jede Stelle des Mesenteriums in mehr oder weniger reichlichem Maße von weißen Blutkörperchen erfüllt, mit denen sich natürlich die etwaigen präexistierenden wandernden Bindegewebskörperchen in ununterscheidbarer Weise vermengen. Am längsten pflegt sich gewöhnlich die Umgebung der isoliert verlaufenden Arterien und der Kapillaren mit kontinuierlichem Blutstrom von farblosen Körperchen frei zu halten, schließlich aber gelangen dieselben, natürlich von benachbarten Gefäßen her, auch in diese Gegenden. Inzwischen bleiben die ausgetretenen roten Blutkörperchen meist in der nächsten Umgebung der Kapillaren ruhig liegen, zuweilen wird aber auch eines oder das andere gleichsam flott gemacht und mehr oder weniger weit davongeführt, ohne Zweifel durch eine zufällig stärkere Transsudation oder irgend ein anderes äußeres Akzidens. Wenn man aber in [59] dieser Weise eine Stelle des Gekröses ganz allmählich mit farblosen, kontraktilen Zellen sich füllen sieht, so gerät man oftmals darüber in Verlegenheit, ob diese Körperchen innerhalb des Mesenterialgewebes sich fortbewegen oder auf dessen Oberfläche, über ihm. Indessen gibt es ein sehr einfaches Mittel, um hierüber ins Klare zu kommen; man braucht nur mittelst eines Tropfens einer $^1/_4$ prozentigen Höllensteinlösung am frisch bloßgelegten Mesenterium in der gewöhnlichen Weise das Epithel kenntlich zu machen, um hinfort einen sehr zuverlässigen Maßstab für die Lage der Körperchen in Händen zu haben. Das Bild, das man dadurch erhält, ist genau dasselbe, wie es überhaupt durch Recklinghausens Silbermethode am Epithel erzielt wird, die epitheliale Kittsubstanz tritt in haarscharfen, schwarzen Linien mit den Stomata hervor; und unter dieser Silberdecke geht die Zirkulation[1]) und alle anderen Prozesse an den Gefäßen, bis zur Auswanderung der Körperchen, ganz ungeschwächt vor sich, und wenn dies Verfahren überhaupt einen Einfluß hat auf den Ablauf dieser Vorgänge, so ist es höchstens ein begünstigender und beschleunigender. Ich will dabei allerdings nicht verschweigen, daß es kaum je, bei vorsichtiger Applikation der Silberlösung, gelingt, die Epithellage in ihrer gesammten Ausdehnung in der gewollten

1) Höchstens leidet einmal eine sehr oberflächlich verlaufende Kapillare.

Weise zu kennzeichnen; indes ist die Anwesenheit solcher Lücken, wo das Silber nicht eingewirkt hat, gerade meiner Meinung nach ein Vorteil, der die Vergleichung sehr erleichtert. Man überzeugt sich jetzt sogleich ohne alle Mühe, daß ein Teil der farblosen Zellen unter dem Epithel, also im Mesenterialgewebe, ein anderer Teil über jenem sich befindet. In Wirklichkeit ist ja auch Beides plausibel genug. Am bequemsten übersieht man den Sachverhalt an den relativ großen, radiär verlaufenden Mesenterialvenen, die so dick sind, daß unmittelbar über und unter ihnen das Epithel gelagert ist, sie selbst mithin die ganze Dicke der Gekrösplatte, zwischen beiden Epithellagen einnehmen. Beobachtet man eine dieser Venen in einem Mesenterium, dessen Epithel versilbert ist, so erkennt man ganz evident, wie alle zu den Seiten der Vene heraustretenden Körperchen sich in das Gewebe des Mesenterium begeben und in [60] ihm unter dem Epithel fortrücken; bei der Einstellung auf die dem Tubus zugekehrte Oberfläche der Vene dagegen, wo gewöhnlich die Silberzeichnung die lückenhafteste ist, sieht man Zellen aus dem Gefäße hervorkommen und emporsteigen, von denen man nicht zweifelhaft sein kann, daß sie bald oberhalb des Epithelniveaus gelegen sind, und sobald sie sich ablösen, auf der freien Fläche des letzteren fortkriechen oder auch wohl fortschwimmen; gerade diese Zellen sind es, die, wie ich oben schon erwähnt habe, man garnicht selten, während sie noch mit langen Stielen in der Gefäßwand festsitzen, mit ihrer Hauptmasse, ihrem Körper kleine schaukelnde, pendelartige Bewegungen machen sieht. So tritt demnach ein Teil der auswandernden Blutkörperchen ganz direkt auf die freie Fläche des Peritoneum, aber auch von denen, die ursprünglich in das Bindegewebe des Mesenterium hineingetreten sind, gelangen weiterhin auch noch sehr viele, ja die sehr überwiegende Mehrzahl an die Oberfläche desselben, ein Vorgang, der durch die Anwesenheit der Stomata zu einem sehr einfachen und erklärlichen sich gestaltet. Damit ist es dann, wie man sieht, zugleich möglich gewesen, eine Frage zur Erledigung zu bringen, welche bereits vor einigen Jahren mehrere Forscher beschäftigt hat, und an deren Lösung auch ich selbst mich mit freilich, wie ich sehr bereitwillig zugestehe, mangelhaften Methoden versucht habe[1]), nämlich der Frage nach der Beteiligung des Epithels bei der Entzündung der serösen Häute.

---

1) Dieses Archiv Bd. XXII. S. 516; ferner (Rindfleisch) Bd. XXIII. S. 519 und (Neumann) Bd. XXIV. S. 202.

Was ich selbst damals und mit mir Andere vermuteten, daß nämlich das Epithel nichts mit der Zellbildung zu tun habe, sondern lediglich, wenn überhaupt, durch Abstoßung zugrunde gehe, das hat die jetzige Untersuchung erwiesen. Wie oben hervorgehoben, geschieht die Infiltration des Mesenterium mit weißen Blutkörperchen bei der Entzündung in ganz gleicher Weise bei versilbertem Epithel, und mehr noch, selbst wenn ein bloßgelegtes Mesenterium sich bereits mit unzähligen farblosen Körperchen bedeckt, ja wenn bereits eine dünne fibrinös-zellige Schicht es überzogen hat, so gelingt es doch noch sehr häufig, nach sorgfältiger Entfernung der letzteren, [61] darunter mittelst Höllenstein das Epithel zum Vorschein zu bringen. Zu gleichem Resultate ist übrigens auf ähnlichem Wege auch schon Oedmanson gekommen[1]), und auch Rindfleisch wird wohl heute seine damalige Ansicht von der direkten Transformation der Epithelzellen in Eiterkörperchen kaum noch aufrecht erhalten.

Wir dürfen hier die Schilderung von der Entwickelung und dem Verlaufe der Peritonitis abbrechen, und zwar um so eher, als in den meisten Fällen der Frosch eine so weit gediehene Entzündung nicht überlebt. Allerdings habe ich in seltenen Fällen ein Tier sich noch erholen sehen, nachdem schon eine dicke zellenreiche Pseudomembran beide Flächen des Mesenteriums und den Darm überzogen und ich Darm und Gekröse, gleichgültig ob mit der Pseudomembran oder nach Abstreifung der letzteren, wieder in die Bauchhöhle zurückgebracht hatte; so vollständig restituierten sich dann die Frösche, daß man ihnen später in keiner Weise anmerken konnte, daß sie eine Peritonitis durchgemacht, was übrigens regelmäßig geschieht, wenn man den Prozeß früher unterbricht, die Eingeweide reponiert und die Bauchhöhlenwunde schließt. Dies beiläufig; unsere Darstellung des Verlaufes der Peritonitis aber, sage ich, dürfen wir hier abschließen, nachdem wir den Prozeß durch alle seine Phasen, von dem Momente an, wo das zarte und durchsichtige, ganz normale Mesenterium mit der Bauchhöhle hervorgezogen wurde, bis dahin begleitet haben, wo es nicht bloß in seinem Gewebe durchsetzt ist von dichtgedrängten kontraktilen, mehrkernigen Zellen, sondern wo auch eine mehr oder weniger dicke zellenerfüllte fibrinöse Schicht beide Flächen desselben überzieht. Denn mittlerweile hat natürlich die Transsudation von Plasma aus den Gefäßen auch nie aufgehört, ja ohne Zweifel, wie bei

1) Dieses Archiv Bd. XXVIII. S. 368.

dem gesteigerten Drucke in den Kapillaren leicht verständlich, war sie erheblich über das Normale gestiegen, und niemand wird es Wunder nehmen, daß das transsudierte Plasma unter dem Zutritt der Luft alsbald geronnen ist und so das amorphe Material zu der Pseudomembran geliefert hat, in welchem die Zellen eingebettet erscheinen. Indes könnte doch gerade dieser Umstand in jemandem Zweifel darüber erwecken, ob die ganzen Vorgänge am Mesenterium auch [62] wirklich als Typen einfach entzündlicher Prozesse angesehen werden dürften, oder ob nicht vielleicht gerade der freie Zutritt der Luft hier gewisse Eigentümlichkeiten erzeuge, welche nicht ohne weiteres eine allgemeine Übertragung auf anderweitige Entzündungen gestatten. In der Tat wird man den Einfluß der Luft, auch abgesehen von der irritierenden, entzündungserregenden Eigenschaft, nicht gering anschlagen dürfen; ich erinnere nur daran, daß im bloßliegenden Mesenterium das Blut auch in den Venen den arteriellen Charakter beibehalten muß, und ich will keineswegs in Abrede stellen, daß nicht auf diese Veränderung des Gaswechsels vielleicht einige der beobachteten Erscheinungen zurückzuführen seien, obwohl wir für die Deutung und Erklärung derselben mit anderen, bekannteren Motiven ausgereicht haben. Indessen lehrt das Experiment, das hier allein entscheiden kann, daß wirklich jede Entzündung, welches auch immer ihre Ursache sein möge, in derselben Weise verläuft, wie die Prozesse am bloßliegenden Mesenterium. Es ließ sich das sehr leicht feststellen, indem man mittelst eines der oben erwähnten Verfahren, etwa durch Touchieren mit Arg. nitr., in der Bauchhöhle selbst eine Peritonitis erzeugte, und nun von Zeit zu Zeit das Mesenterium unter das Mikroskop brachte, was ja, wenn man in der von mir beschriebenen Weise zu Werke geht, außerordentlich rasch ausgeführt werden kann. Dabei überzeugt man sich denn aufs Vollständigste, daß hier nacheinander alle jene Zustände sich entwickeln, mit denen unsere Untersuchung am bloßliegenden Mesenterium uns bekannt gemacht hat; zuerst die Erweiterung der Gefäße, weiterhin die Verlangsamung des Blutstroms, die Anhäufung der farblosen Blutkörperchen in der Randschicht der Venen und die Stasen usw. in den Kapillaren, endlich auch die Auswanderung der weißen Körperchen aus Venen und Kapillaren, bezw. der roten aus letzteren. Genau auf diese Weise kommt auch hier endlich die dichte Infiltration des mesenterialen Bindegewebes mit farblosen, mehrkernigen Zellen zu-

stande, so wie die Massenansammlung der letzteren auf der freien Fläche des Gekröses, in der Peritonealhöhle, und wir werden hinfort keinen Anstand nehmen dürfen, diese gesamten Vorgänge als einfach entzündliche aufzufassen und zu bezeichnen. Ebensowenig würde ich zögern, für diese ins Gewebe infiltrierten und auf die Oberfläche exsudierten Zellen die unstreitig bequemere und kurze Bezeichnung [63] von „Exsudat- oder Eiterkörperchen" zu gebrauchen, wenn für einen solchen besonderen Namen jetzt noch ein Bedürfnis oder ein Motiv vorhanden wäre, nachdem sich die Identität der farblosen Blutkörperchen mit ihnen noch in einem viel höheren Maße herausgestellt hat, als dieselbe schon vorher und seit lange von Virchow u. a. verteidigt worden ist.

Selbstverständlich habe ich es nicht unversucht gelassen, die in vieler Beziehung bemerkenswerten Vorgänge, zu deren Beobachtung das bloßgelegte Mesenterium des Frosches die Gelegenheit geboten, auch an Säugetieren zu verifizieren. Ich benutzte zu dem Ende ganz junge Kaninchen und Kätzchen, welche ich 5, 6 Stunden lang durch Äther in vollständigster Narkose erhielt. Die Tierchen waren auf einem heizbaren Objekttisch gelagert, dessen Temperatur so viel es anging, auf 38—40° gehalten wurde; aus einer seitlichen Bauchwunde wurden ihnen nun ein paar Dünndarmschlingen aus der Bauchhöhle hervorgeholt und das ausgebreitete Mesenterium in ähnlicher Weise, wie beim Frosch und unter Zusatz von Jodserum unters Mikroskop gebracht. Sehr bald tritt dann die Gefäßdilatation ein und nach vielleicht einigen Schwankungen auch die Verlangsamung des Blutstromes. Weiterhin häufen sich nun, wie man besonders leicht an kleineren Gefäßen (nicht den radiär zum Darm sich erstreckenden, sondern solchen, welche annähernd parallel dem Ansatze des Gekröses gerade zwischen zwei radiären quer verlaufen) konstatieren kann, die farblosen Blutkörperchen in der Randschicht der Venen und auch Kapillaren an und kommen hier zur Ruhe; und wiederholt habe ich denn auch die beginnende Auswanderung aus beiden direkt beobachtet, ganz genau in derselben Weise wie beim Frosch, zuerst die kleine buckelartige Erhebung am äußeren Gefäßkontur, die größer und größer wurde, bis endlich komplette Körperchen nur noch mit langausgezogenem Stiel in der Gefäßwand festhafteten, und auch dieser sich später ablöste. Dies alles habe ich, wie gesagt, unter meinen Augen vor sich gehen sehen.

indes ist mir ein Mehreres nicht geglückt, insbesondere habe ich keine stärkeren eitrigen Infiltrationen des Mesenterialgewebes oder erheblichere Exsudationen erzielen können. Es hatte dies wohl wesentlich seinen Grund in den vielerlei äußeren Schädlichkeiten, die auf das Objekt einwirkten. Für einmal ließ es sich bei der augenscheinlichen Kompliziertheit der ganzen Vor[64]richtung, trotz aller Sorgfalt doch nicht verhindern, daß nicht einzelne Teile der bloßliegenden Eingeweide ab und zu trocken und damit natürlich sogleich an diesen Stellen die Zirkulation vernichtet wurde; ferner war es absolut unmöglich, die ganze Masse der vorliegenden Darmschlingen nebst Gekröse auf gleichmäßiger Bluttemperatur zu erhalten, und diesen Umständen, im Vereine mit noch manchen andern, muß es ohne Zweifel zugeschrieben werden, daß eher nekrotische Zustände, als ein entzündlicher Prozeß sich entwickelte. Überdies starben die Tiere auch meistens nach zirka 6, 7 Stunden, was jedenfalls z. T. auf reflektorische Einflüsse von Seiten des bloßgelegten Peritoneum auf die Innervation des Herzens zurückgeführt werden muß. So sehr ich aber bei dieser Sachlage auch bedaure, nicht augenfälligere Ergebnisse mit diesen Versuchen erreicht zu haben, so halte ich doch, was ich beobachtet, für ausreichend, um die Übertragung der beim Frosch festgestellten Erfahrungen auch auf die Säugetiere zu rechtfertigen. Dazu kommt, daß ich wiederholt an frisch getöteten Kaninchen in entzündeten Geweben Zustände habe konstatieren können, welche aufs vollständigste den Froschbildern entsprechen, und zwar sowohl bei künstlicher, traumatischer Peritonitis, als insbesondere bei spontaner fibrinös-eitriger Pleuritis und Perikarditis, wie dieselbe bekanntlich in epidemischer Weise zuweilen in Kaninchenställen herrscht. Hier sah man nach vorsichtiger Entfernung der zarten Pseudomembran in der ausgebreiteten serösen Haut alle kleineren und mittleren Venen, sowie sämtliche Kapillaren in ihrem ganzen Verlaufe rings begleiten, so zu sagen, eingescheidet von mehrfachen Lagen farbloser Blutkörperchen, zwischen denen an den Kapillaren auch einzelne rote sich fanden. Hiernach wird, von den theoretischen Gründen ganz zu schweigen, wohl der vorhin gezogene Schluß nicht als zu kühn bezeichnet werden können.

Ich hege aber zu große Achtung vor dem Leser, um ihm noch mit dem ausdrücklichen Hinweise darauf lästig fallen zu sollen, daß die im Mesenterium ermittelten Gesetze ganz all-

gemeine Geltung haben für die Entzündung gefäßhaltiger Organe überhaupt. Selbstverständlich wird allerdings die besondere Anordnung und Verteilung der Gefäße von einigem Einflusse sein; denn während in dem an Venen so reichen und an Kapillaren dagegen relativ armen Mesenterium ganz unzweifelhaft der höchst überwiegende [65] Teil der Zellen von den Venen geliefert wird, so wird gewiß in Organen, die mit Kapillaren reichlicher ausgestattet sind, wie z. B. schon die Serosa des Darms selber, wie ferner die Pleura und vollends das Lungengewebe, auch der Anteil der Kapillaren an dem Prozeß ein größerer sein; ein Umstand, der nach dem, was wir oben gesehen, sich sogleich dadurch kundgeben muß, daß die Menge der roten Blutkörperchen in dem entzündlichen Infiltrat oder Exsudat eine viel beträchtlichere ist; ich brauche aber nur an die jedermann geläufige Erfahrung von der krupoesen Pneumonie zu erinnern, um die Wahrscheinlichkeit dieser Auffassung einleuchten zu lassen. Aber nicht für die gefäßhaltigen Organe allein finden jene Tatsachen ihre Verwertung. Auch auf die Vorgänge bei der Keratitis werfen sie ein helles Licht, und die Frage, welche wir oben aufgeworfen hatten, nach der Herkunft der Eiterkörperchen in der entzündeten Hornhaut, hat dadurch ihre Beantwortung gefunden; was wir aus den Farbstoffversuchen geschlossen, daß nämlich mindestens ein Teil der Eiterkörperchen aus dem Blute stamme, das ist jetzt durch die direkte Beobachtung erwiesen. Nichtsdestoweniger liegen in der Cornea die Dinge nicht so einfach, wie man nach dem bisherigen zu glauben versucht sein könnte, und es ist jetzt ein um so dringenderes Bedürfnis, aus der Geschichte der Keratitis dasjenige nachzuholen, was wir uns noch bis später verschoben hatten, als sonst gerade hierauf prinzipielle Einwände gegen meine Schlüsse könnten gegründet werden.

Wir haben oben die Schilderung von dem Verlaufe einer durch zentrale Kauterisation erzeugten Hornhautentzündung vom Kaninchen in dem Augenblick unterbrochen, als, wie wir damals hervorhoben, mit der beginnenden Ablösung des Ätzschorfes gleichzeitig Komplikationen sich entwickelten, welche fortan die Reinheit der Bilder und der aus ihnen sich ergebenden Schlüsse beeinträchtigen; Komplikationen, wie sie in gleicher Art von vornherein die Beobachtung der Keratitis beim Kaninchen stören, welche nach Exzision eines Hornhautstückchens oder nach dem

Hindurchziehen eines Fadens durch eine Stelle der Cornea entsteht. Ich denke hierbei vor allem an jenen weißlichen, milchglasfarbenen Hof, welcher sich, wie dies His vollkommen richtig beschrieben, in etwas schwankender, aber immer sehr kurzer Zeit — zuweilen schon nach 1—2, bei anderen Tieren erst in 6—8 Stunden und dar[66]über — um den Faden oder um den Substanzverlust entwickelt, und zuweilen nur sehr schmal bleibt, indes in manchen Fällen doch eine Breite in radiärer Richtung von 2 mm und mehr erreichen kann. Auch in betreff der mikroskopischen Beschaffenheit des weißlichen Hofes darf ich fast vollständig auf die Beschreibung und Abbildung verweisen, welche His auf S. 86 und Taf. IV, Fig. 5 seiner Beiträge von dem von ihm sogenannten „engeren Reizbezirk" gegeben hat; es fallen hier vor allem sehr sonderbare, geradlinige, z. T. recht lange, röhrenartige Bildungen auf, welche zahlreiche Kerne enthalten und dadurch oft ein perlschnurartiges Ansehen haben; dieselben sind größtenteils radiär gestellt, von dem Umfang der durch den Faden usw. erzeugten Öffnung gegen die Peripherie der Cornea gerichtet, dabei aber kommt es nicht selten vor, daß viele nebeneinander liegende einen parallelen Verlauf innehalten und sich mit anderen schneiden und kreuzen, welche in tieferen Schichten des Gewebes gelegen sind. Auf diesen, aus so eigentümlichen und scheinbar fremdartigen Bildungen bestehenden Hof, der genau so weit in die Tiefe der Hornhaut geht, als die applizierte Verletzung, folgt nach außen eine breite gürtelförmige Zone, in welcher die Cornea vollkommen durchsichtig ist und wo zwischen den vielen Hornhautkörperchen kaum hier und da eine vereinzelte wandernde Zelle anzutreffen ist, und erst am Hornhautrande — in His „weiterem Reizbezirke" — trifft man dann wieder auf eine reichlichere Menge von Eiterkörperchen, die hier unmittelbar die Randgefäßschlingen umgeben; hat die Verletzung wirklich im Hornhautzentrum stattgefunden, so liegt dieser „weitere Reizbezirk" immer in der schon oben betonten Stelle des Ansatzes vom M. rectus superior, wo die reichlichsten und größten Gefäße an die Cornea herantreten; ist es dagegen eine vom Zentrum entferntere Stelle, die verwundet war, so sind es die dieser am nächsten gelegenen Gefäße, in deren Nachbarschaft die Infiltration des Gewebes mit Eiterkörperchen beginnt. Man sieht, die Übereinstimmung meiner Angaben mit denen von His kann nicht vollständiger gedacht werden.

Aber wie sind jene merkwürdigen Bildungen zu deuten? Denn daß die von His gegebene Erklärung, dieselben seien aus Umwandlungen der fixen Hornhautkörperchen hervorgegangen, nicht aufrecht erhalten werden kann, darüber gibt die Untersuchung [67] einer solchen Hornhaut nach der Vergoldung die sofortige Gewißheit: man sieht dann auf feinen Flachschnitten überall, selbst noch ganz dicht am Rande der Wunde, zwischen und unter den dichtgedrängten Röhren die fixen Hornhautkörperchen mit allerdings etwas verkürzten und verkümmerten Ausläufern, auch sonderbaren großkörnigen und vakuolenartigen Bildungen, aber mit dem ganz unveränderten, einfachen, großen klaren Kern und in der ganz regelmäßigen Lagerung. Andererseits werden die Röhren durch Gold ganz genau gefärbt, wie Eiterkörperchen selber, und auf dem geheizten Objekttisch hat es in der Tat an der frisch herausgeschnittenen Hornhaut keine Schwierigkeit, sich davon zu überzeugen, daß jene Röhren nichts sind als hintereinander aufgereihte Eiterkörperchen. Wie vortrefflich aber auch die Eiterzellen des „weiteren Reizbezirkes" auf die von uns aufgedeckte Quelle sich zurückführen lassen, so wird man doch vernünftigerweise, in Betracht des zwischen beiden befindlichen ganz unveränderten Hornhautgürtels, die Zellen des engeren Bezirks davon nicht ableiten können; und ich leugne nicht, daß mir gerade diese Verhältnisse lange Zeit nicht geringe Bedenken verursacht haben.

Indessen das Rätsel hat sich auf eine, allerdings ziemlich unerwartete, dafür aber desto einfachere Weise gelöst. Häufig nämlich stößt man innerhalb des engeren Reizbezirkes, mitten zwischen jenen röhrenartigen Zellenreihen, wie dies auch Langhans[1]) ganz richtig gesehen und beschrieben hat, auf mehr oder weniger zahlreiche, unzweifelhafte Fetttröpfchen, die teils auf oder in Zellen, teils frei im Gewebe gelegen sind, gewöhnlich nur als kleine Kügelchen sich darstellen, zuweilen aber auch zu mächtigen Öltropfen anwachsen können und dann als kurze, aber breite radiäre Fettstreifen den zentralen Hof durchziehen, indem sie die Undurchsichtigkeit desselben natürlich ganz gewaltig erhöhen. Es würde nun selbstverständlich im Widerspruch mit allen sonstigen biologischen Erfahrungen stehen, wollte man annehmen, daß in so kurzer Zeit — schon nach 2 Stunden habe ich diese Fettmassen angetroffen — so groß-

1) a. a. O. S. 26.

tropfiges Fett sich an einem Orte sollte gebildet haben, der vorher vollständig fettfrei war, und mit Notwendigkeit wird man darauf gedrängt, dieses Fett als von außen [68] hereingekommen anzusehen. In der Tat braucht man nach der Quelle desselben nicht weit zu suchen. Im oberen inneren Winkel der Augenhöhle des Kaninchens liegt bekanntlich die mächtige Hardersche Drüse, die ganz den Bau einer großen, zusammengesetzten Talgdrüse hat. Dementsprechend ist das Sekret, welches diese Drüse hinter der Nickhaut in den Konjunktivalsack ergießt, ein öliges, und man kann niemals die spärliche Flüssigkeit untersuchen, welche im normalen Zustande die Conjunktiva bespült, ohne einige Fettkügelchen darin zu finden. Gerade wie nun beim Menschen auf Reizung der Cornea eine einfach wässerige Flüssigkeit von der Tränendrüse entleert wird, so ergießt auf denselben Reiz die Hardersche Drüse des Kaninchens Öl in den Konjunktivalsack. Sehr bald nach der Verletzung der Hornhaut nimmt die Menge des Fettes im Konjunktivalsack ganz gewaltig zu, und dieses Öl ist es eben, das durch den Lidschlag über die ganze vordere Fläche des Bulbus hinübergespült, in das Gewebe der Cornea eindringt, wo dasselbe eröffnet ist, und sich in die feinen radiären Risse fortschiebt, welche z. B. der durchgezogene Faden erzeugt hat.

Hierin liegt nun der Schlüssel auch für die röhrenartigen Eiterzellenreihen. Denn in Wirklichkeit ist die Bildung des milchigen zentralen Hofes nicht der erste wahrnehmbare Effekt nach der Verletzung der Hornhaut, vielmehr geht dem immer, wie die Augenärzte seit Jahrhunderten festgestellt haben, eine lebhafte Dilatation und verstärkte Füllung, eine Injektion der Konjunktivalgefäße voran. Bei sehr reizbaren Tieren kann man schon 20—30 Minuten nach der Verletzung der Cornea eine starke Gefäßinjektion in der Conjunktiva auftreten sehen, die dann oft von einem starren Ödem der Bindehaut begleitet wird, so daß selbst in einer Stunde sich eine vollständige Chemosis entwickeln kann; bei anderen, torpideren Individuen steigert sich nach der Verwundung ganz allmählich die Rötung in der Conjunktiva, und 4, selbst 6 Stunden und mehr noch können vergehen, ehe die Injektion eine gleichmäßige und dichte geworden. Hand in Hand mit dieser Injektion und Schwellung der Bindehaut geht aber immer das Auftreten von Eiterkörperchen im Konjunktivalsack, und während das Sekret der normalen, blassen Conjunktiva nur ganz vereinzelte Lymphkörperchen ent-

hält, steigert sich nach einer Verletzung der [69] Cornea die Menge derselben in mehr oder weniger kurzer Zeit in ganz enormer Weise. Hiermit ist dann aber auch sogleich das Signal gegeben für das Erscheinen der Eiterkörperchen in der Umgebung der verletzten Stelle, in der Hornhaut, und niemals sieht man hier früher Eiterkörperchen, ehe dieselben in einigermaßen reichlicher Menge den Konjunktivalsack erfüllen; sie dringen aus diesem durch denselben Mechanismus und zunächst auf demselben Wege in die Hornhaut ein, wie das Öl, um allerdings weiterhin sich in die Bahnen der Saftkanälchen zu begeben. Mittelst dieser Auffassung begreifen sich alle, anscheinend noch so unerklärlichen Vorgänge ganz einfach. Es erklärt sich, wie es kommen kann, daß man das eine Mal im engeren Reizbezirk nur Fett, ein anderes Mal nur die röhrenartigen Zellenreihen, und wieder ein anderes Mal beides nebeneinander trifft: denn die Vorgänge der Ölsekretion und der Produktion von Eiterkörperchen sind in der Conjunktiva an verschiedene, voneinander unabhängige Apparate gebunden; es erklärt sich, wie nach einem zentral applizierten Reiz, der nur nicht zugleich das Gewebe der Cornea eröffnet, wie z. B. der Kauterisation mittelst des Lapis, ein solcher zentraler Reizbezirk nicht entsteht, und erst dann die Eiterkörperchen in der Umgebung des Schorfes auftreten, wenn dieselben entweder von der Peripherie herangedrungen sind oder aber die Ablösung des Schorfes sich bereits eingeleitet hat; es erklärt sich endlich ohne Schwierigkeit, warum beim Frosch, der erstens eine Fett sezernierende Drüse nicht hat und bei dem zweitens, vermöge der verschwindenden Entwickelung einer Conjunktiva, eine Anhäufung von Eiterkörperchen in dem Raum zwischen Cornea und Nickhaut nie in bemerkenswerter Weise zustande kommt, ein solcher „engerer Reizbezirk" sogleich nach einer Verletzung oder Mißhandlung der Hornhaut sich nicht ausbildet. Allerdings bin ich nun bis heute nicht in der Lage entscheiden zu können, ob und einen wie großen Anteil an dem Auftreten der Eiterkörperchen im Konjunktivalsack die Epithelien desselben haben, oder ob, was ja nahe genug liegt anzunehmen, auch für sie die Quelle allein in den Blutgefäßen zu suchen ist; immerhin aber wird jedermann jetzt zugeben, daß eine die Entstehung der Eiterkörperchen in der Hornhaut selbst negierende Auffassung in diesen scheinbar widersprechenden Verhältnissen eine neue Stütze gewonnen hat. [70]

Dieser in der obigen Weise begründeten Lehre von der

Geschichte der Keratitis werden, so hoffe ich, auch die Ophthalmologen unbedenklich beitreten können. Nicht nur ist es den Augenärzten seit alters her geläufig, daß jede akute Keratitis mit einer Injektion der Konjunktivalgefäße einhergeht, ja beginnt, sondern man unterscheidet ja auch besondere Formen der Hornhautentzündung unter dem Namen der marginalen, der Randkeratitis, die ohne weiteres in der hier vorgetragenen Auffassung ihre Begründung finden, man weiß ferner, daß jede diffuse Keratitis bis zum Rand reicht und ganz gewöhnlich in der Nähe der normalen Randgefäße ihre größte Intensität zeigt; und ich erinnere vollends an die sogenannte büschelförmige Keratitis, bei der die vordringenden Gefäße immer, wie man sagt, „ein Exsudat vor sich herschieben". Alsdann ist es ja möglich gewesen, die alltägliche Erfahrung, daß gerade um einen eingedrungenen Fremdkörper sich die eitrige Infiltration entwickelt, auf einfach mechanische Verhältnisse zurückzuführen. Wenn endlich die klinische Beobachtung ganz unzweifelhaft zeigt, daß das sogenannte torpide Hornhautinfiltrat ganz gewöhnlich mit einer Verfärbung an irgend einer beliebigen Stelle der Cornea beginnt, so darf doch auch hier die seit lange feststehende Erfahrung nicht vernachlässigt werden, daß der häufigste Ausgangspunkt dieser Affektion eine Verletzung der Hornhaut ist; ja, vielleicht gehört unter diese Kategorie auch ein großer Teil der übrigen Fälle bei Tränensackleiden, wo nur das Trauma, wie so leicht möglich, übersehen worden. Jedenfalls aber muß, bei dem Mangel jeder histologischen Untersuchung von frischen Fällen solcher Infiltrate, auch noch die Möglichkeit offen gehalten bleiben, daß eine an einer Stelle der Hornhaut auftretende Verfärbung nicht immer auf einer Infiltration von Eiterkörperchen beruht, sondern daß vielmehr irgendwelche Veränderungen im Interzellulargewebe oder irgendwelche nekrotisierende Prozesse vorliegen, zu denen erst die Eiterinfiltration als ein Sekundäres hinzutritt. Und fürs zweite darf man, wenn man die Geschichte eitriger Infiltrate in der Hornhaut vom bloßen Auge würdigen will, nicht vergessen, daß über die ganze Ausdehnung der Cornea, ganz besonders die peripheren Teile, schon eine sehr große Zahl von Eiterkörperchen verbreitet sein kann, ohne daß dieselben deshalb für die makroskopische Betrachtung sich kundgeben, während ganz die gleiche Menge so[71]fort erheblich auffällt, sobald sie zusammenrücken und sich auf einen ganz kleinen Raum konzentrieren. Wie man sieht, läge noch keine

Notwendigkeit vor, selbst gegenüber positiv entgegenstehenden Erfahrungen die Waffen zu strecken, die ich indes, wie gesagt, noch nicht für hinreichend sichergestellt ansehen kann.

Nachdem jetzt, durch die auf den letzten Seiten mitgeteilten Untersuchungsresultate, auch eine Gefahr beseitigt ist, welche unsere gesamte Aufstellung zu bedrohen schien, werden wir uns nicht länger der Frage entziehen wollen, ob überhaupt neben dem in der vorliegenden Untersuchung nachgewiesenen Vorgang noch ein anderer Modus der Genese der Eiterkörperchen zuzulassen ist, und ein wie großer Anteil an der entzündlichen Produktion in diesem Falle der Exsudation, oder wie man wohl zweckmäßiger es bezeichnen würde, der Emigration zugeschrieben werden müsse, gegenüber den anderen etwaigen Prozessen. Aber durch die vorstehende Untersuchung hat, wie mir scheint, auch diese Fragestellung eine Verschiebung erfahren. Denn wenn, bei dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft, außer den Gefäßvorgängen überhaupt nur noch an eine Herleitung der Eiterkörperchen von den im Gewebe präexistierenden Zellen gedacht werden kann, so ist im Eingang dieser Arbeit der Nachweis geführt worden, daß die fixen Körperchen des des Bindegewebes in keiner Weise bei der Zellenproduktion beteiligt sind; und es bleibt hiernach, wie bereits oben betont, nur übrig, auf die wandernden Körperchen zu rekurrieren. Nun aber wird, nach den in diesem Aufsatz mitgeteilten Beobachtungen, niemand sich der Überzeugung verschließen wollen, daß auch die normalerweise im Bindegewebe vorkommenden lymphkörperchenartigen Elemente ursprünglich aus dem Blute stammen, ausgewanderte weiße Blutkörperchen sind. Man braucht ja nur an die so leicht auftretenden, vorübergehenden Stauungen in gewissen Bezirken des Venensystems, vollends aber an die so gewöhnlichen, partiellen Stockungen im Kapillarkreislauf zu denken, um ein vereinzeltes Austreten weißer Blutkörperchen begreiflich genug zu finden; und wenn bei den obigen Farbstoffversuchen nicht auch einmal ein farbstoffführendes Körperchen in der normalen Hornhaut, dem normalen Bindegewebe überhaupt angetroffen wurde, so erklärt sich dies ganz einfach daraus, daß die Bewegungen der mit fremden Partikeln überladenen Körperchen, wie durch die di[72]rekte Beobachtung festgestellt ist, träger sind, als die der davon freien. Unter diesen Umständen wird mithin die Frage so gestellt werden müssen, ob die weißen Blutkörperchen, nachdem sie das Gefäß verlassen,

imstande sind, aus sich heraus neue farblose Elemente zu erzeugen, oder, mit anderen Worten ausgedrückt, ob jemals, im normalen und im entzündeten Zustande, mehr farblose Blutkörperchen in den Geweben auftreten können, als aus den Gefäßen ausgewandert sind. Diese Frage mit voller Sicherheit zu entscheiden, das bin ich, wie ich bereitwillig zugebe, nicht imstande, ganz unzweifelhaft ist die Emigration nur festgestellt für diejenigen Zellen in der Keratitis, welche, nach der Injektion von Anilinblau ins Blut, Farbstoffkörnchen enthalten, und dies war doch nur ein Bruchteil der ganzen Menge. Aber auf der einen Seite muß man sich erinnern, daß der ganze Vorgang der Emigration nicht etwa ein spärlicher und vereinzelter ist, sondern daß, wie wir gesehen haben, unzählige Mengen von Körperchen die Gefäße verlassen, Mengen, die an sich völlig ausreichen, das Gesamtresultat, die Endprodukte des entzündlichen Prozesses zu liefern. Und im Gegensatze dazu muß ich jetzt aufs nachdrücklichste betonen, worauf ich schon oben andeutungsweise hingewiesen, daß der ganze Vorgang der Teilung von Eiterkörperchen und der daraus hervorgehenden Neubildung derselben nur ein hypothetischer, nicht ein bewiesener ist. Noch niemand hat, selbst wenn er lebende Eiterkörperchen unter den allergünstigsten Verhältnissen viele Stunden lang beobachtet hat, aus einem Eiterkörperchen zwei oder mehrere entstehen sehen; und auch mir selbst, der ich doch gewiß an einem zweckmäßigen Orte und unter zweckmäßigen Bedingungen, am bloßgelegten Mesenterium untersucht habe, ist niemals auch nur eine Andeutung eines derartigen Herganges zu Gesichte gekommen; mögen die Formveränderungen noch so lebhaft sein, so kann daraus wohl eine sehr ausgiebige Lokomotion resultieren, das Eiterkörperchen bleibt aber immer eines und ungeteilt. Denn es genügt natürlich nicht, daß man einmal während die Formveränderungen ein Partikelchen vom Zellkörper sich abschnüren, auch wohl weiterhin eigene Kontraktilitätsvorgänge an diesem auftreten sieht, man muß es vielmehr bis zu der Größe eines Eiterkörperchens wachsen sehen, und vor allem auch Kerne in ihm nachweisen können; und das ist noch von keinem ge[73]schehen. Danach soll also die Möglichkeit, daß an jedem beliebigen Orte aus alten weißen Blutkörperchen neue entstehen können, nicht geleugnet werden, aber wissenschaftlich sichergestellt ist dieser Vorgang bisher nicht, und wir müssen daher, wie mir scheint, unser Urteil vorläufig dahin

zusammenfassen: das eine ist hypothetisch, das andere bewiesen. Wenn aber jemand gegen diese Deduktion den Einwurf erheben sollte, daß es unmöglich scheine, die enormen Mengen Eiterkörperchen, welche bei einer akuten Phlegmone, einer Peritonitis produziert würden, lediglich auf die Gesamtmenge der im Blute kreisenden farblosen Körperchen zurückzuführen, so habe ich darauf mehreres zu erwidern. Für einmal unterschätzt man die Zahl der im Kreislauf des normalen Individuums befindlichen weißen Blutkörperchen. Ich leugne es nicht, daß in einem aus der Ader gelassenen Tropfen Blut erst auf zirka 300—400 rote ein farbloses Körperchen kommt; aber dies ist nicht das Verhältnis, das innerhalb der Zirkulation selbst statthat. Wenigstens nur im Herzen und in den größeren Gefäßen, allenfalls in allen Arterien; in den kleinen Venen und Kapillaren dagegen ist die Menge der farblosen Elemente eine relativ viel größere, und wenn das Blut aus der Ader gelassen wird, so fließen aus diesen die weißen Blutkörperchen nur zum geringsten Teil aus, sie kleben dort fest und werden, sozusagen, zurückgehalten. Man lasse ein Tier sich aus den durchschnittenen Halsgefäßen verbluten, immer wird man, wenn man vorsichtig einen an kleinen Gefäßen reichen Körperteil desselben unter das Mikroskop bringt, doch bestimmt in ihnen noch eine Anzahl farbloser antreffen, die nicht mit ausgeflossen sind; und ebenso ist es eine alte Erfahrung, daß, wenn man von der Aorta aus das Gefäßsystem eines Tieres mittelst Serum oder dergleichen auszuwaschen versucht, es ohne Schwierigkeit gelingt, die roten, niemals dagegen alle farblosen Blutkörperchen hinauszudrängen. Liegen demnach an sich schon die Verhältnisse für die Emigration günstiger, als es nach den gewöhnlichen Annahmen scheinen sollte, so kommt dazu noch ein anderer, entschieden viel wichtigerer Umstand. Es würde allerdings die Zahl der in einem gegebenen Augenblicke innerhalb eines bestimmten Gefäßbezirkes befindlichen weißen Blutkörperchen viel zu gering sein, um Material für eine irgend namhafte Anhäufung von Eiterkörperchen im Gewebe herzugeben; aber man darf hier nicht außer [74] acht lassen, daß durch den Blutstrom an den betreffenden Ort immer neue und neue Mengen farbloser Elemente geführt werden, die nun daselbst dem Schicksal der Exmission verfallen. Während dieser Zeit nun, die doch über Stunden und Tage sich auszudehnen pflegt, geht ununterbrochen die Neubildung farbloser Blutkörperchen

vor sich, und zwar an denjenigen Orten und in denjenigen Organen, von denen wir durch sichere physiologische Erfahrungen wissen, daß in ihnen solche Elemente erzeugt werden, nämlich den Lymphdrüsen und der Milz; und in der Tat geraten während der entzündlichen Prozesse gerade diese Organe in einen Zustand ausgesprochenster Hyperplasie; wir sehen bei einer Phlegmone sehr früh schon die benachbarten Lymphdrüsen anschwellen, wir konstatieren bei einer biliösen Pneumonie immer den frischen Milztumor, unter dessen Einfluß die Leukozytose sich ausbildet, auf welche bei allen diesen Zuständen Virchow schon vor vielen Jahren aufmerksam gemacht hat. Man sieht, es ist nur nötig, die bisherigen Anschauungen in der Weise zu modifizieren, daß man den Ort der Zellenneubildung aus dem Bindegewebe in die Lymphdrüsen, bezw. die Milz verlegt; in derselben Zeit und mit demselben Material, in der und aus welchem die Bindegewebskörperchen die Fülle der neuen Zellen zu erzeugen vermochten, werden auch die Lymphdrüsen und die Milz es können, und zwar zweifelsohne noch besser, da ja in ihnen von Anfang an die physiologischen Bedingungen für die Produktion farbloser Blutkörperchen gegeben sind.

Durch die auf den vorstehenden Blättern mitgeteilten Versuche und Beobachtungen wird es nun, wie mir scheint, nötig, die bisherige Theorie von der akuten Entzündung in einigen Beziehungen zu modifizieren. Wenigstens von derjenigen Form der akuten Entzündung, welche mit einer Eiterung (im allgemeinen Sinne des Wortes, gleichviel ob zelliger oder eitriger Infiltration, ob Abszeß, ob Exsudat) einhergeht, d. i. aber, wie sogleich in die Augen fällt, diejenige Form, für welche seit altersher der legitime Name der „Entzündung“ in Gebrauch ist, von der die berühmten vier Kardinalsymptome des Tumor, Dolor, Calor und Rubor aufgestellt sind und an die jeder Arzt zuerst denkt, wenn [75] er die Bezeichnung „Entzündung“ hört. Für diese Spezies der Entzündung treten hinfort die Gefäße wieder mehr in den Vordergrund. Ohne Gefäße keine Entzündung, die Gefäßerweiterung, die Injektion und Hyperämie ist das notwendig erste Stadium jener; in gefäßhaltigen Teilen sind es eben die hier befindlichen Gefäße selber, in gefäßlosen die der Nachbarschaft, welche, wie sie in normalen Verhältnissen der Ernährung jener vorstehen, so auch der Ausgangspunkt der

entzündlichen Vorgänge werden. Als zweites Postulat für das Zustandekommen eitriger Prozesse hat sich die Anwesenheit von Hohlräumen ergeben, welche eine Fortbewegung und eine Anhäufung der farblosen Blutzellen gestatten. Da nun doch nur sehr wenige Blutgefäße direkt an die größeren Höhlen des Körpers grenzen, so muß hier vor allem ein Gewebe in Betracht kommen, das kanälchenartige, dilatierbare Räume enthält, und dies ist das Bindegewebe. Darin liegt der Grund, warum nach wie vor die Eiterung an das Bindegewebe geknüpft bleibt, und zwar an alles Bindegewebe, soweit es derartige Kanäle darin gibt. Man kennt aber unter den Geweben der Bindesubstanz nur eines, indem solche Räume nicht vorhanden sind, nämlich den Knorpel. Die Knorpelhöhlen sind abgeschlossen, sie kommunizieren nicht mit einander, und im Knorpel mit der festen und unnachgiebigen, dabei nicht unterbrochenen Interzellularsubstanz können Lymphkörperchen daher nicht wandern. Aber im Knorpel hat auch noch niemand eine wirkliche Eiterung beobachtet. Wenn man durch den Bulbus des Frosches einen Faden hindurchzieht und ihn sechs, sieben Tage lang liegen läßt, so ist nach dieser Zeit das ganze Auge vereitert, nur in der doch zweimal durchstochenen, knorpligen Sklera kommt, wie bereits oben erwähnt, niemals ein Eiterkörperchen zum Vorschein, sie bleibt ganz unverändert; und wenn man durch den Knorpelüberzug der Kondylen des Femur oder der Tibia vom Kaninchen einen Faden hindurchlegt, so entsteht bald die heftigste, eitrige Kniegelenkentzündung, welche vielleicht selbst den Tod des Tieres nach sich ziehen kann, niemals aber sieht man im Knorpel, außer der direkten Zerstörung durch Nadel und Faden und außer einer äußerst schmalen körnigen Zone dicht um die Wunde, irgend eine Veränderung, niemals, selbst nach fünf, sechs Tagen auch nur ein einziges Eiterkörperchen im Gewebe desselben. Selbstverständlich leugne ich [76] nicht, daß auch der Knorpel Veränderungen erfahren kann; sieht man doch im Laufe mannigfacher Prozesse die erheblichsten Störungen in ihm sich entwickeln, aber diese Störungen haben nichts zu tun mit entzündlichen Vorgängen der Art, wie sie uns hier beschäftigen, die Produkte dieser Veränderungen sind nicht kontraktile Elemente, also keine, die den Eiterkörperchen könnten gleichgestellt werden. Alles übrige Bindegewebe aber führt, wie bekannt, kanälchenartige Hohlräume, dasselbe ist mithin das eigentliche Terrain der Eiterung, und so erklärt es sich denn auch, daß die eitrigen Prozesse

in den zusammengesetzten Organen ihren Ablauf im interstitiellen Gewebe nehmen.

Allerdings halte ich mich nun noch weit davon entfernt, etwa eine neue Theorie der Entzündung aufstellen zu können. Schon in der obigen Darstellung habe ich ausdrücklich betont, daß ich gleich die ersten Vorgänge an den Gefäßen, die Dilatation derselben, nicht ohne Zuhilfenahme unbewiesener Hypothesen deuten könne. Eine andere, erhebliche Schwierigkeit liegt darin, wie zu erklären, daß nicht aus Venen, die in Folge einer Stauung dilatiert sind, die Körperchen auswandern; wiewohl der Unterschied zwischen dem zwar mit verringerter Geschwindigkeit, aber doch kontinuierlich fließenden Blutstrom der Gefäße eines entzündeten Organs und jenem in einer gestauten Vene auf der Hand liegt. Und am wenigsten bin ich im Stande, eine Erklärung dafür zu geben, warum die ausgetretenen Blutkörperchen sich immer an die Stelle des Reizes hinbegeben; wiewohl auch hierfür das Beispiel der verwundeten Hornhaut uns die Notwendigkeit des Individualisierens gezeigt hat. Alle diese und ähnliche Fragen können natürlich nicht durch einfache theoretische Erwägungen, sondern nur auf Grund experimenteller Prüfung einer Erledigung entgegengeführt werden, aber es ist, glaube ich, doch schon ein Gewinn, daß es möglich geworden, die Fragen zu präzisieren. Überdies aber ergeben sich aus den in diesem Aufsatze niedergelegten Tatsachen einige Folgerungen und Schlüsse, welche, wie ich hoffe, dem Arzte und Anatomen nicht unwillkommen sein werden. Vor allem, was ich schon mehrfach hervorgehoben, hat die für die klinische Beobachtung so auffällige Initialhyperämie ihre sichere Begründung gefunden. Weiterhin erklärt sich jetzt ohne Schwierigkeit die tägliche Beobachtung, daß eine bereits eingeleitete Entzündung ohne alle Schädigung der In[77]tegrität des betroffenen Teiles wieder rückgängig werden kann; man sieht die schon getrübte Cornea sich vollständig wieder aufhellen, eine bereits schmerzhaft intumeszierte, lebhaft gerötete Stelle der Haut und des Unterhautgewebes wieder erblassen und vollständig wieder abschwellen: was ist jetzt einfacher, als die Deutung, daß ebenso wie das transsudierte Plasma wieder resorbiert wird, so auch die aus den Gefäßen herbeigewanderten Lymphkörperchen den Platz wieder verlassen, sich in die Nachbarschaft und die Lymphgefäße „verteilen" und so das noch nicht passiv wesentlich geschädigte Gewebe unverändert zurück-

bleibt? Ich erinnere ferner daran, daß nun eine durchaus rationelle Erklärung für die von allen guten Praktikern jeder Zeit anerkannte, heilsame Wirkung lokaler und allgemeiner Blutentziehungen gegeben ist; und daran, wie plausibel jetzt die alte Erfahrung erscheint, daß unter dem Einfluß energischer Kälte, welche eine Erweiterung der Gefäße nicht zustande kommen läßt, auch die Entwickelung der Eiterung gehemmt wird, während im Gegenteil erhöhte Wärme dieselbe begünstigen muß. Und ferner um noch ein paar Erfahrungen mehr anatomischer Art herausgreifen, so erinnere ich an eine Tatsache, auf die Traube schon seit lange die Aufmerksamkeit gelenkt hat, daß nämlich bei jeder Nephritis Eiterkörperchen im Harn auftreten, ohne daß die anatomische Untersuchung irgend eine komplizierende Cystitis oder Pyelitis nachweist: es sind dies aus den Glomeruli emigrierte farblose Blutkörperchen; und schließlich möchte ich noch mit besonderem Nachdrucke auf die Pneumonie hinweisen, in deren Verlauf so enorme Mengen von Eiterkörperchen in den Alveolen sich anhäufen können, ohne daß doch das dieselben umschließende Bindegewebe irgend eine Spur einer Veränderung zeigt, und ohne daß man auch in den platten Epithelien der Alveolen, deren Existenz überhaupt erst durch einen mehrjährigen erbitterten Kampf hat gesichert werden müssen, irgend etwas wahrnimmt, was berechtigen könnte, in ihnen die Quelle der Eiterkörperchen zu suchen.

Berlin, im Mai 1867.

Nachtrag.

Seitdem die vorstehenden Blätter niedergeschrieben worden, haben in No. 31 des Zentralbl. f. d. med. Wiss. v. 1867, v. [78] 13. Juli die Herren Hoffmann und Recklinghausen eine kurze Mitteilung publiziert, welche dieselbe Frage behandelt, deren Lösung in obiger Arbeit versucht wurde; und wenngleich jene Mitteilung nur als eine vorläufige angesehen werden darf, so mag es mir dennoch gestattet sein, mit wenigen Worten meinen Standpunkt gegenüber derselben anzudeuten, und zwar umsomehr, als die Herren Verfasser schon durch die Ergebnisse ihrer bisherigen Versuche in einen direkten Widerspruch mit den von mir gezogenen Schlüssen geraten zu sein glauben.

In Wirklichkeit freilich halte ich diesen Widerspruch nur

für einen scheinbaren. Denn nicht bloß ist in jener Publikation keine meiner positiven Angaben bestritten, sondern meines Erachtens nötigt auch keiner der Versuche die Herren Verfasser zu Schlüssen, welche mit den meinigen unverträglich wären. Wenn sie einesteils bei ihren Farbstoffversuchen Gewicht darauf legen, daß nach Einbringung von Zinnober in die Schenkellymphsäcke des Frosches rote Körnchen auch frei in der Gewebsflüssigkeit verschiedener Organe angetroffen wurden, so habe ich selbst, im Bewußtsein der Mehrdeutigkeit der an den Lymphsäcken angestellten Experimente die wesentliche Entscheidung in Versuchen erstrebt, bei denen ich den Farbstoff direkt in die Blutgefäße einführte: Versuche, die ich gerade in den letzten zwei Wochen, seit der vorläufigen Mitteilung der Würzburger Autoren, mehrfach wiederholt habe, ohne daß es mir jemals gelungen wäre, außerhalb der Blutwege Farbstoffkörnchen anzutreffen, die nicht im Innern von Zellen sich befanden. — Daß andererseits die genannten Herren nach Einbringung von Zinnober in die Schenkellymphsäcke des Frosches auch in der normalen, nicht entzündeten Hornhaut, sowie in dem interstitiellen Bindegewebe der übrigen Organe spärliche, zinnoberhaltige wandernde Körperchen angetroffen haben, ist eine Tatsache, von der zwar ich selbst mich nicht habe mit Sicherheit überzeugen können, möglicherweise aber nur deshalb, weil ich zu geringe Massen des Farbstoffes appliziert hatte; jedenfalls steht dieselbe aber so wenig im Gegensatze zu meinen oben entwickelten Anschauungen, daß ich sie vielmehr ohne weiteres in meinem Sinne verwerten könnte. Eine noch größere Bedeutung messen aber die Herren Verfasser ihrem Versuch 4 bei, durch welchen allerdings, wie es scheint, [79] der unzweifelhafte Beweis geliefert ist, daß eine vom Organismus abgetrennte Hornhaut in sich selbst neue kontraktile Zellen produzieren kann. Hier ist nun leider in der kurzen Mitteilung keine Andeutung darüber enthalten, durch welche Vorgänge diese Zellenneubildung zustande komme; indes wird man nach dem, was Recklinghausen selbst früher angegeben und was ich im Eingange des vorliegenden Aufsatzes beigebracht habe, von den fixen, sternförmigen Körpern füglich absehen dürfen, und wesentlich auf die wandernden rekurrieren wollen. In betreff dieser aber habe ich, wie der Leser sich erinnern wird, derartige Vorgänge keineswegs in Abrede gestellt. Ich habe ausdrücklich die Möglichkeit der Bildung neuer Elemente aus ihnen zugelassen, und nur bestritten,

daß dieser Vorgang ein bereits bewiesener sei: wozu ich doch bis vor der in Rede stehenden vorläufigen Mitteilung ein unbestreitbares Recht hatte. Wenn jetzt durch den Versuch der beiden Herren diese Tatsache ganz sichergestellt ist, so wird niemand bereitwilliger sein, als ich, dieselbe zu akzeptieren. Die Frage aber wird dann erst recht so gestellt werden müssen, wie ich es bereits oben im Texte angedeutet habe, wie viel im Verlaufe der entzündlichen Prozesse im Organismus auf den von mir nachgewiesenen Modus der Zellenaus-, bezw. einwanderung, wie viel auf die Zellenneubildung aus den bereits im Gewebe präformierten Zellen in loco komme. Eine Frage, wie diese, schon jetzt, ohne eingehende, neue Versuche in dieser Richtung, beantworten und entscheiden zu wollen, davon bin ich weit entfernt; so viel sich indes einstweilen übersehen läßt, so scheint einesteils die unfehlbare Konstanz der Dilatationsvorgänge an den Gefäßen im Anfange der Entzündung, zusammengehalten mit der Massenhaftigkeit der Auswanderungsphänomene, andernteils aber ganz besonders die oben beschriebenen Versuche über den räumlichen Ablauf der einfachen traumatischen Keratitis doch meiner Meinung nach gar sehr dafür zu sprechen, daß bei der akuten exsudativen oder eitrigen Entzündung — und von einer anderen haben wir ja überhaupt nicht gehandelt — den Emigrations- und Immigrationsvorgängen ein großer, vermutlich überwiegender Anteil zugeschrieben werden muß.

Berlin, 26. Juli 1867.





